

BernClim

Saisonalitäts-Monitoring – Jura, Mittelland, Alpen
Surveillance de la saisonnalité – Jura, Moyen-Pays, Alpes

François Jeanneret
This Rutishauser



GEOGRAPHICA BERNENSIA

Herausgeber:

Dozentinnen und Dozenten des Geographischen Instituts der Universität Bern

Reihen:

Reihe A African Studies

Reihe B Berichte über Exkursionen, Studienlager und
Seminarveranstaltungen

Reihe E Berichte zu Entwicklung und Umwelt

Reihe G Grundlagenforschung

Reihe P Geographie für die Praxis

Reihe S Geographie für die Schule

Reihe U Skripten für den Unterricht

G 87

GEOGRAPHICA BERNENSIA

Verlag des Geographischen Instituts der Universität Bern

Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern

BernClim

**Saisonalitäts-Monitoring – Jura, Mittelland, Alpen
Surveillance de la saisonnalité – Jura, Moyen-Pays, Alpes**

**François Jeanneret
This Rutishauser**

Vordere Umschlagseite: Blühender Löwenzahn,
Herbstlicher Bergwald, Schnee und Nebelmeer
oberhalb von Orvin BE (Photos: François Jeanneret)

En couverture: Dent de lion en fleur, forêt autom-
nale, neige et mer de brouillard au-dessus d'Orvin
BE (photos: François Jeanneret)

JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This
BernClim. Saisonalitäts-Monitoring – Jura, Mittelland, Alpen / Surveillance de la saisonnalité – Jura,
Moyen-Pays, Alpes
Geographica Bernensia 2012
Print Version: ISBN 978-3-9905835-30-4 (vergriffen)

Redaktion und Lektorat: Miriam ANDONIE
Lectorat textes français: Virginie LINDER

Druck / Impression: Publikation Digital AG, Gerlafingen, Schweiz

JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This
BernClim. Saisonalitäts-Monitoring – Jura, Mittelland, Alpen / Surveillance de la saisonnalité – Jura,
Moyen-Pays, Alpes
Geographica Bernensia 2018
Online Version: doi: 10.4480/GB2018.G87

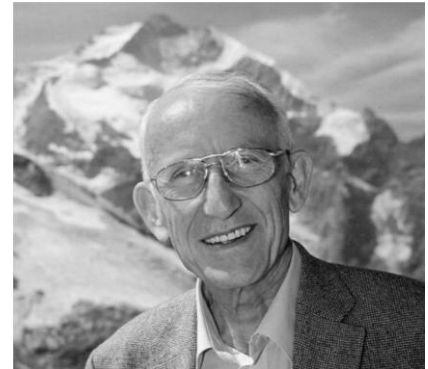
© 2018 GEOGRAPHICA BERNENSIA



Creative Commons Licences

BernClim – ein Geleitwort

Bruno Messerli



Die 1960er und 1970er Jahre waren für mich geprägt von gletscher- und klimageschichtlichen Fragen von den Alpen über die Gebirge des Mittelmeerraumes und der Sahara bis zu den Hochgebirgen Ostafrikas. Entscheidend aber war das Jahr 1968: Auf den tage- und wochenlangen Märschen mit unserer Kamelkarawane zu den höchsten Gipfeln des Tibesti-Gebirges in der zentralen Sahara hatte ich viel Zeit, über das Berner Geographische Institut und seine Zukunft nachzudenken. Dabei wurde mir völlig klar, dass die Klimaforschung, obwohl in der Lehre gut vertreten, zu einer fundamentalen Lücke nicht nur in der Physischen Geographie, sondern auch in der damals so genannten Kulturgeographie werden könnte. Denken wir bloss an Bereiche wie Landschaftswandel, Landnutzung, Stadt- und Verkehrsplanung, Raumplanung, Wintertourismus, etc. Aber: Wie baut man eine neue Forschungsrichtung auf, wenn keine Finanzen, keine Infrastruktur, kein Instrumentarium und mit Ausnahme des hoch geschätzten Lehrbeauftragten Prof. Dr. Max Schüepp von der Meteorologischen Zentralanstalt auch keine Fachexperten zur Verfügung stehen?

Die Lösung kam 1969 überraschend durch das Planungsamt des Kantons Bern. Der Kantonsplaner Fürsprecher Marco Albisetti und sein Mitarbeiter, der Geograph Dr. Hans Heller, waren interessiert an phänologischen Daten in Bezug auf Landwirtschaft und Extremereignisse, aber auch an winterlichen Daten von Schnee und Nebel in Bezug auf Verkehr, Tourismus, Naturgefahren und alle damit verbundenen raumplanerischen Standortentscheiden. Ein Beobachtungsnetz, das im Querprofil durch den Kanton Bern alle Jahreszeiten und alle Höhenstufen umfassen sollte, brauchte dementsprechend auch eine grosse Zahl von Beobachtern. Ein Aufruf an Schulen und Gemeinden, insbesondere an ehemalige Geographie-Absolventen des Lehramtes, fand im Frühling 1970 statt: Über 200 Beobachter, vor allem Lehrer, aber auch Förster, Ärzte und weitere Interessierte waren bereit, an unserem Programm freiwillig mitzuarbeiten. In den Jahren 1970 und 1971 wurden sechs Beiträge zur klimatologischen Grundlagenforschung und je ein Heft Anleitung für die Sommer- und die Winterbeobachtungen verfasst. Das war eine eindruckliche Startleistung, die ohne die Führungsfunktionen von François Jeanneret in den ersten zwei Jahren und von Heinz Wanner in den folgenden Jahren nicht möglich gewesen wäre. Die Ausstrahlung dieses Programms musste Auswirkungen auf die Zukunft der Bernischen Klimaforschung haben.

Die ersten Auswertungen des Beobachtungsnetzes gaben den Mut und schafften das Vertrauen, dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF) ein Gesuch zur Finanzierung eines Klimaprogrammes für die Region und Stadt Bern einzureichen, das zu unserem Erstaunen bereits im April 1972 bewilligt und in Gang gesetzt wurde. Es stand unter dem Titel Klima und Umweltschutz (KLIMUS) und das heisst, nicht nur die Bedeutung des Reliefs für das Klima und die Wechselwirkung von Stadt und Umland wurden untersucht, sondern auch die Beziehung von Schadstoffbelastungen und klimatisch-meteorologischen Prozessen wurden gemessen und analysiert. Neun Bände erschienen zwischen 1974 und 1978, Hans Mathys und Roland Maurer waren die entscheidenden Programmverantwortlichen.

Aus dem Beobachtungsnetz des Jahres 1969/1970 ist aber nicht nur das Messnetz Region und Stadt Bern 1972 herausgewachsen, sondern 1973 auch ein höchst spannender Auftrag des Eidgenössischen Departements für Justiz und Polizei (Delegierter für Raumplanung) und des Departements für Volkswirtschaft (Abteilung Landwirtschaft): „Im Einvernehmen mit der Meteorologischen Zentralanstalt und anderen interessierten Kreisen werden die Herren F. Jeanneret, lic. phil., Geographisches Institut der

Universität Bern, und P. Vautier, dipl. Ing. Agr., Eidg. landwirtschaftliche Forschungsanstalt Changins/Nyon, mit der Ausarbeitung der Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz beauftragt“. Bericht und Karten wurden 1977 publiziert. Wer hätte sich bei der Gründung des kantonalen Beobachtungsprogramms denken können, dass das Klima-Team des Institutes nur drei Jahre später bereits auf drei Massstabsebenen engagiert sein würde: Das Messnetz Bern auf lokaler und regionaler Ebene, das Beobachtungsnetz auf kantonomer Ebene und die Eignungskarten auf nationaler Ebene! Resultate und Publikationen von diesen drei Aktivitäten waren beeindruckend, der Schritt auf die internationale Ebene musste kommen.

1979 lud die Geographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (später Akademie der Naturwissenschaften) zur ersten Tagung über Klima und Planung ein. Sie fand im September 1979 bei uns im Geographischen Institut statt und brachte bekannte Referenten aus der Schweiz und den Nachbarländern, aus Kreisen der Klimatologie und der Raumplanung zusammen. Das Ziel wurde erreicht, die Situation über Grenzen hinweg zu vergleichen und die nötigen Impulse zu geben, dass sich Klimatologen und Planer trotz verschiedener Ausbildung, verschiedener Sprache und verschiedener Denk- und Arbeitsweisen zu einer sachgerechten Zusammenarbeit fanden. Die Publikation erfolgte 1980. Diese Tagung war aber auch ein Beweis, dass die anfängliche Unterstützung des Berner Klimaprogramms durch das kantonale Amt für Raumplanung weit vorausschauend, richtig und wichtig war.

Zehn Jahre nach der Gründung des kantonalen Klimaprogramms lagen beeindruckende Datenmengen vor. Sie forderten heraus, sich auf ein Thema zu konzentrieren, dieses wenn nötig räumlich und zeitlich auszuweiten und vor allem fachlich zu vertiefen. Aus den vielen ausgezeichneten Publikationen greifen wir einige Beispiele heraus: Heinz Wanner 1979: *Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage winterlicher Nebel im Querschnitt Jura-Alpen*; Matthias Winiger 1982: *Klimatische Aspekte des Kernkraftwerkbaus*; Stefan Kunz 1983: *Anwendungsorientierte Kartierung der Besonnung im regionalen Massstab*; Richard Volz 1984: *Das Geländeklima und seine Bedeutung für den landwirtschaftlichen Anbau*; Urs Witmer 1986: *Erfassung, Bearbeitung und Kartierung von Schneedaten in der Schweiz*; Markus Furger, Heinz Wanner und weitere Mitarbeiter 1989: *Durchlüftung der Täler und Vorlandsenken der Schweiz* (Publikation des SNF im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms 14). Dazu kam 1983-1988 ein spezielles Klimaprogramm im Raum Biel unter der Leitung von Heinz Wanner, 1984 publizierte Christian Pfister seine *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860* mit vielen jahreszeitlich sehr interessanten Daten (Academica Helvetica, 2 Bände) und 1987 erschienen im *Klimaatlas der Schweiz* (Herausgeber: Schweiz. Meteorologische Anstalt) Karten und Texte von Stefan Kunz, Richard Volz, Urs Witmer und Paul Filliger. Diese wenigen Angaben mögen zeigen, wie die Resultate der Berner Klimaforschung bei verschiedenen Institutionen hohe Anerkennung fanden. Es kann aber nicht sein, dass wir in diesem Geleitwort den weiteren Erfolgsweg bis zum NCCR Klima oder bis zum heutigen Oeschger-Zentrum weiterverfolgen, aber es ist doch spannend, den bescheidenen Anfang zu sehen und den Aufbau über zwei Dekaden hinweg zu verstehen.

Vielleicht wird man sich jetzt fragen, wo denn die Phänologie geblieben sei?

Zu dieser Frage sind zwei Punkte wichtig. Zum Ersten war im Bernischen Klimaprogramm die Phänologie immer mit den Winterbeobachtungen verbunden und gerade das ermöglichte eine umfassende Jahreszeiten-Forschung. Zum Zweiten widmeten sich einige bedeutende Publikationen ganz speziell der Phänologie, zum Beispiel Robert Brügger 1998: *Die phänologische Entwicklung von Buche und Fichte*; This Rutishauser 2009: *Historical Phenology in Central Europe – Seasonality and Climate during the past 500 Years* und speziell für den Unterricht François Jeanneret, This Rutishauser, Robert Brügger 2011: *Phänologie und Saisonalität – Geschichte, Monitoring, Raumsprache*).

1987 ging die Leitung des gesamten Programmes von Heinz Wanner und Eva Schüpbach wieder zurück an François Jeanneret. Um die neue Bedeutung der Phänologie zu Beginn der 1990er Jahre zu verstehen, müssen wir auf einen gewaltigen Umbruch und Aufbruch hinweisen, der auf der internationalen und globalen Ebene in den sechs Jahren zwischen 1986 und 1992 geschah: 1986 wurde an der Generalversammlung der ICSU (*International Council of Scientific Unions*) in der Aula der Universität Bern beschlossen, ein globales IGBP-Forschungsprogramm (*International Geosphere – Biosphere Programme*) zu schaffen. Das löste in der naturwissenschaftlichen Fakultät unserer Universität bedeutsame Aktivitäten aus. 1988 begründete die UNO den IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), der heute an unserer Universität einen wichtigen Platz einnimmt. 1992 fand die Rio-Konferenz über Umwelt und Entwicklung statt und in diesem Rahmen erhielt nicht nur die Gebirgsforschung einen besonderen Platz

in der Agenda 21, sondern es wurde auch eine Klima-Konvention und eine Biodiversitäts-Konvention beschlossen. Schlagartig erhielten Klimaveränderungen und Biodiversitätsfragen eine hohe Bedeutung, und ein „*Saisonalitäts-Monitoring – Jura, Mittelland, Alpen*“ war das ideale Instrument um diese Beziehung Klima-Pflanzen langfristig zu beobachten. Die Veränderungen der Jahreszeiten in verschiedenen Höhenstufen und Expositionen wurden zunehmend wichtiger, dies umso mehr, als man über eine mehr als 40-jährige Reihe verfügte. Jetzt stand nicht mehr die Raumplanung im Zentrum, sondern die Jahreszeitenforschung und die Gebirgsforschung. Die Berge mit ihrer ökologisch differenzierten Höhenstufung, die sozusagen eine Kompression verschiedener Klimazonen auf kürzester horizontaler Distanz bedeuten, werden als höchst sensitive Indikatoren für Klimaveränderungen erkannt. In diesem Sinne erwies sich das 1969/1970 geschaffene Beobachtungsprogramm mit Einbezug von Jura und Alpen, einem Mittelgebirge und einem Hochgebirge, als durchaus richtig. Im Rahmen dieses Bedeutungswandels beschliesst die Plattform Geowissenschaften der Akademie der Naturwissenschaften, auf Anfang des Jahres 2011 eine Kommission für Phänologie und Saisonalität (KPS) zu gründen und für den Oktober 2011 kündigt ein „PhenoAlp project“ einen Workshop in Aosta an mit dem Titel: „*Climate change, phenology and ecosystem processes: from Alps to Globe*“. In diesen Zusammenhängen erhält auch die hier vorliegende Publikation „*BernClim – Surveillance de la saisonnalité – Jura, Moyen Pays, Alpes*“ eine ganz besondere Bedeutung. Es ist zu hoffen, dass die bernische Klimaforschung die neue Bedeutung der Phänologie zur Kenntnis nimmt, dementsprechend die vorliegende über 40 jährige Datenreihe weiterführt und im Verbund mit MeteoSchweiz die neuen Resultate in ihr Programm aufnimmt.

Bruno Messerli

Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult.

1969 - 1996 Professor am Geographischen Institut der Universität Bern

1978 - 1983 geschäftsführender Direktor

1986/1987 Rektor der Universität Bern

1996 - 2000 Präsident der Internationalen Geographischen Union (IGU)

Vorwort

Im Erdkalender sind vier Jahrzehnte ein Lid-schlag: für uns Sterbliche ein gutes halbes Menschenleben. Für das kantonale Topoklima-Programm BernClim ist eine Rückschau auf die Zeit von 1969 bis 2011 allemal ein Grund für eine zusammenfassende Publikation über die Tätigkeiten und Resultate der vergangenen Zeit. Für detaillierte topoklimatische Erhebungen legte Prof. Bruno Messerli 1969 den Grundstein und begeisterte über 200 Beobachtende. Mehr als 40 Jahre später treffen wir immer noch einige Unentwegte an, die im und um den Kanton Bern – vom Pruntrutler Zipfel bis ins Tessiner Sopraceneri – über viele Jahre hinweg Beobachtungsdaten sammeln. Diese gewaltige freiwillige Leistung kann nicht hoch genug geschätzt werden! Das kantonale Klimaprogramm BernClim war der Beginn einer kontinuierlichen klimatischen Forschungstätigkeit am Geographischen Institut, die vielbeachtete Beiträge zu Fragen um angewandte Klimatologie und den globalen Klimawandel erbracht hat.

1978 erschien bei der Geographischen Gesellschaft Bern unter dem Titel «*Beiträge zum Klima des Kantons Bern*» (MESSERLI et al. 1978) ein erster zusammenfassender Bericht zum bernischen Klimaprogramm. Die vorliegende Publikation knüpft als zweiter BernClim-Bericht an den Vorgänger an. Die Texte beschäftigen sich schwerpunktmässig mit der Entwicklung des Netzes, des Klimas im Querschnitt durch die Schweiz, den neuen Methoden sowie der Zukunft von Langzeit-Umwelterfassung. Somit leitet dieser Band auch einen Übergang in eine weitere neue Epoche der phänologischen und topoklimatischen Erfassung ein: von der Erhebung hoch aufgelöster räumlicher Daten zum Langzeitmonitoring. Denn eines ist sicher: Die bisherigen Auswertungen der Beobachtungen haben noch längst nicht alle ihre Geheimnisse preisgegeben!

Ein Rückblick bietet Anlass zu Dank: allen voran dem vorausschauenden und stets begeisternden Initianten Professor Bruno Messerli, der auch das Geleitwort beigesteuert hat. Den verschiedenen Projektverantwortlichen und vor allem den zahlreichen an der Datenaufnahme Beteiligten ist es zu verdanken, dass die Beobachtungen ausgewertet werden können. Einen besonderen Dank sprechen wir den über 100 Studierenden aus, die sich in den letzten Jahren mit grossem Einsatz der Aufnahme der Metadaten sowie der Ergänzung, der Bearbeitung und Auswertung der Daten einzelner Stationen widmeten. Einem tatsächlichen

Préface

Dans la nature, quatre décennies ne sont qu'un clin d'œil, pour nous autres mortels humains une demi-vie. Et pour le programme de recherche topoclimatique bernois BernClim c'est une bonne raison d'éditer une publication sur les activités et les résultats de la période de 1969 à 2011. C'est à l'Institut de géographie de l'Université de Berne que le professeur Bruno Messerli a posé la première pierre d'une nouvelle recherche climatologique. Plus de 200 observateurs et observatrices furent recrutés pour effectuer des relevés topoclimatiques détaillés. Plus de 40 ans plus tard, nous rencontrons encore quelques-uns de ces irréductibles, qui ont collecté à l'intérieur et aux alentours du canton de Berne – de l'Ajoie au Sopraceneri tessinois – des données durant de nombreuses années. Ce travail bénévole est immense, il n'est guère possible de l'apprécier à juste titre ! Le programme climatique cantonal BernClim devint le début d'une série ininterrompue de projets de recherche à l'Institut de géographie, allant jusqu'aux études très remarquées des changements climatiques globaux.

En 1978, un premier rapport en allemand (« *Beiträge zum Klima des Kantons Bern* », MESSERLI et al. 1978), édité par la Société de géographie de Berne, résumait le programme climatique bernois. La présente publication s'aligne sur la précédente. Les textes concernent avant tout le développement du réseau, du climat en Suisse, les nouvelles méthodes et l'avenir de la surveillance de l'environnement à long terme. Ainsi, ce volume inaugure la transition vers une nouvelle époque de recensements phénologiques et topoclimatiques – du recensement de données à haute résolution spatiale vers une surveillance à long terme. Une chose est certaine: les données n'ont de loin pas encore livré tous leurs secrets !

Une rétrospective est aussi l'occasion de remercier toutes les personnes impliquées dans le projet: tout d'abord le professeur Dr Bruno Messerli, l'initiateur visionnaire, les responsables de projets, mais avant tout les observateurs et observatrices persévérants, auxquels nous devons des données exploitables. Nous remercions tout particulièrement les étudiants et étudiantes qui au cours des dernières années se sont consacrés avec entrain à la collecte des métadonnées ainsi qu'à la saisie, au traitement et l'exploitation des données des différentes stations. Alors qu'un bon demi-million de francs a été investi pour ce projet, on peut estimer que le travail accompli bénévolement par les ob-

Aufwand von einer guten halben Million Franken stehen ehrenamtliche Arbeiten der Beobachtenden und Auswertenden im Wert von geschätzten acht Millionen gegenüber.

Wir danken aber auch: Prof. em. Heinz Wanner, der in der Initialphase das Projekt geleitet und dann während seiner ganzen Zeit am Geographischen Institut unterstützt hat; den Kollegen der ersten Stunde Dr. Urs Witmer und Dr. Richard Volz; Dr. Robert Brügger für zahlreiche Auswertungen und Prof. Stefan Brönnimann, der die Daten und die künftige Datenerhebung und -Bearbeitung mit seiner Forschungsgruppe übernimmt. Am Geographischen Institut haben unter anderen Dori Florin, Susi Schreiber, Carol Hemund, Silvan Kottmann, Amandine Gabioud Gharsallaoui, Miriam Andonie und Alexandra Blatter mit ihrer Mitarbeit wesentlich zum Gelingen dieses Projektes beigetragen. Ihnen und vielen weiteren Personen an den Geographischen Instituten der Universitäten Bern und Neuenburg danken wir für die Hilfe und Unterstützung. Dr. Bernard Primault von der Meteorologischen Zentralanstalt danken wir für Inspiration und Begleitung in der Anfangsphase, später haben Dr. Claudio Defila und Dr. Thomas Herren der MeteoSchweiz mit Daten und Kontakten BernClim unterstützt. Dem Hausverlag des Geographischen Instituts, Geographica Bernensia, danken wir für die Herausgabe dieses Berichtes.

BernClim vollzieht einen Übergang in eine neue Epoche. Ein Generationswechsel, das Bedürfnis nach einer Revitalisierung des Projektes sowie die Einführung neuer Technologien sind bedeutende Neuerungen. Das internationale Schulnetz GLOBE und das Geoportal des Kantons Bern eröffnen neue Perspektiven. Was bleibt, ist das grosse Bedürfnis nach einer fortsetzenden Klimaüberwachung in hoher räumlicher Auflösung. Was wir dem regionalen Sondernetz BernClim wünschen sind zündende Ideen und eine fruchtbare Zukunft im Umfeld der schweizerischen Naturwissenschaften!

Dieser Band vereinigt zahlreiche neue und ältere Illustrationen und Texte, aber auch eine Auslegung über Vorhandenes, Erreichtes und Wünschbarem. Er ist allen Beobachterinnen und Beobachtern gewidmet, die unermüdlich die Rhythmen der Natur aufgezeichnet haben. Ohne sie gäbe es diesen Band nicht!

Im Frühling 2012

servateurs et observatrices ainsi que par les personnes qui ont exploité les données représente une somme estimée à l'ordre de huit millions.

Nos remerciements s'adressent également au professeur em. Heinz Wanner, qui a dirigé le projet durant la phase initiale et l'a soutenu tout au long de sa carrière à l'Institut de géographie, aux collègues de la première heure, le Dr Urs Witmer et le Dr Richard Volz, au Dr Robert Brügger pour de nombreux travaux d'exploitation et au professeur Stefan Brönnimann, qui reprend les données et en assure désormais la saisie et l'exploitation avec son groupe de recherche. A l'Institut de géographie de l'Université de Berne, Dori Florin, Susi Schreiber, Carol Hemund, Silvan Kottmann, Amandine Gabioud Gharsallaoui, Miriam Andonie et Alexandra Blatter ont largement contribué à la réussite du projet. Nous les remercions de leur collaboration, ainsi que les nombreuses personnes qui nous ont apporté leur aide et leur soutien aux Instituts de géographie des Universités de Berne et de Neuchâtel. Nous remercions le Dr Bernard Primault de l'Institut suisse de météorologie pour l'inspiration et l'accompagnement durant la phase initiale, ainsi que le Dr Claudio Defila et le Dr Thomas Herren de MétéoSuisse, qui ont pris le relais et apporté leur soutien au programme en fournissant des données. Enfin, un grand merci aux éditions Geographica Bernensia pour la publication de ce rapport.

BernClim entre dans une nouvelle époque et fait face à d'importants défis: une relève de génération, la nécessité de revitaliser le projet et l'introduction de nouvelles technologies. Le réseau scolaire international GLOBE et le Géoportail du canton de Berne inaugurent de nouvelles perspectives. Ce qui ne change pas, c'est la nécessité de mettre en place une surveillance durable du climat à haute résolution spatiale. Il reste à souhaiter au réseau régional spécial BernClim des idées lumineuses et un avenir fécond dans le contexte des sciences naturelles en Suisse !

Avec ses nombreuses illustrations et ses différents textes succincts, cette publication offre un regard sur ces décennies riches en événements et changements, sur les acquis et les espoirs. Elle rend hommage aux observateurs et observatrices, témoins inébranlables du rythme de la nature. Sans eux, ce fascicule n'existerait pas !

Au printemps 2012

Inhalt

Geleitwort von Bruno Messerli

Vorwort

1. Raumplanung und Topoklimatologie – Konzept und Ziele

Geographie, Topoklimatologie und Phänologie
– eine naheliegende Verbindung

Pflanzenphänologie, Schneeandauer
und Nebelhäufigkeit
– eine innovative Kombination

Das Berner Klima-Beobachtungsnetz
– topoklimatologische Grundlagenforschung

Topoklima
– zwischen Mikro- und Makroklima
Jura, Mittelland, Alpen – die Stationen

Verortung – die räumliche Referenz

Die Beobachtungsformulare
– Spiegel eines Konzeptes

2. Netz, Methoden, Daten – die Infrastruktur

Dichte des Beobachtungsnetzes
– Planung und Zufall

Die Beobachtungsanleitungen
– Grundstein der Datenqualität

Experimente, Erfahrungen
und erste Ergebnisse

Datenkontrolle und Korrekturen
– die Jagd auf Fehler

Werkzeugkasten auf Mass
– BernClim-Daten auf dem Prüfstand

3. Der Raum unter Beobachtung – die Kartierung

Nach vier Beobachtungsjahren
– eine topoklimatische Auswertung

Pflanzenphänologische Phasen
– Saisonalität der Vegetationsperiode

Die Schneeandauer
– augenfälliger Winterzeiger

Nebel – winterlicher Indikator thermischer
Inversionen

Ein regionaler Rahmen
– einige topoklimatische Charakteristiken

4. Vernetzung und Lehre – die Ausstrahlung

Projekte und Anwendungen
– eine weite Auffächerung

Organisationen und Kooperationen
– Integration und Vernetzung

Eine Lehrveranstaltung
– Einführung für die nächsten Generationen

Die Erhebung von Metadaten
– Rückblick und Auswertungen

Sommaire

5

8 **Préface**

1 Aménagement du territoire et topoclimatologie – concept et buts

Géographie, topoclimatologie et phénologie
– une relation évidente

Phénologie végétale, durée de la neige
et fréquence du brouillard
– une combinaison innovatrice

Le réseau d'observations climatiques bernois
– une recherche topoclimatique de base

Topoclimat
– entre micro- et macroclimat

Jura, Moyen Pays, Alpes – les stations

La localisation – la référence spatiale

Les formulaires
– miroir d'un concept

2 Réseau, méthodes, données – l'infrastructure

La densité du réseau d'observation
– planification et hasard

Les instructions pour les observations
– fondement de la qualité des données

Expérimentations, expériences
et premiers résultats

Contrôles des données et corrections
– la chasse aux erreurs

Boîte à outils sur mesure
– les données BernClim sur la sellette

3 L'espace sous observation – le relevé

Après quatre ans d'observations
– une analyse topoclimatique

Phases phyto-phénologiques
– la saisonnalité de la période de végétation

La durée de l'enneigement
– indicateur hivernal visible

Brouillard – indicateur hivernal des
inversions thermiques

Un cadre régional
– quelques caractéristiques topoclimatiques

4 Réseau et enseignement – le rayonnement

Projets et applications
– une large diversification

Organisations et coopérations
– intégration et mise en réseau

L'enseignement
– initiation pour les prochaines générations

Le recensement des méta-données
– historique et exploration

5. Phänologie und Saisonalität in der Zeit – der Klimawandel

Von der Momentaufnahme
zum Langzeitmonitoring
Referenzstationen
– verlässlich und repräsentativ
Nach Jahrzehnten
– der Klimawandel wird spürbar

6. Pflanzen, Nebel, Schnee – die Jahreszeiten

Früh oder spät
– Schlüsselfrage der Saisonalität
Jahreszeiten auf einen Blick – die Saisonalität
Das Jahreszeitdiagramm – biotische und abiotische Beobachtungsdaten
Vom Geländeklima zum Treibhauseffekt

7. Zeit, Raum, Saisonalität – ein Ausblick

Zum Beispiel BernClim
– Plädoyer für Spezialnetze
Schulnetze
– Schneeballeffekt für künftige Generationen
Eine Vision wird Realität
– Publikumsnetze
PhaenoNet
– eine nationale, netzübergreifende Plattform
BernClim im 21. Jahrhundert
– Perspektiven für ein Spezialnetz
Jura, Mittelland, Alpen
– die Rolle der Gebirge
Topoklimatische Karten
– ein weites Anwendungsfeld
Kameras und Satelliten
– Instrumente der Phänologie
Das Geoportal des Kantons Bern
– ein Kreis schliesst sich
Nach mehr als 40 Jahren
– eine Bilanz der Auswertungen

8. Am Puls der Natur – mit Ausdauer

Eine Laudatio
für Beobachterinnen und Beobachter

English Summary

Bibliographie

BernClim-Konzepte und -Resultate
BernClim-Posters
Weiterführende Literatur
Unveröffentlichte Manuskriptarbeiten
Internet-Adressen
und Datenarchive

Anhang

– Metadaten und Karten

5 Phénologie et saisonnalité dans le temps – les changements climatiques

De la saisie instantanée
à la surveillance à long terme
Les stations de référence
– fiables et représentatives
Après des décennies – les changements climatiques sont perceptibles

6 Plantes, brouillard, neige – les saisons

Tôt ou tard
– question clé de la saisonnalité
Les saisons d'un coup d'œil – la saisonnalité
Le diagramme phénologique des saisons – données d'observation biotiques et abiotiques
Du topoclimat à l'effet de serre

7 Temps, espace, saisonnalité – perspectives

Par exemple BernClim
– un plaidoyer pour les réseaux spéciaux
Les réseaux scolaires – effet boule de neige pour les générations futures
Une vision devient réalité
– les réseaux publics
PhénoNet – une plateforme nationale interinstitutionnelle
BernClim au 21^e siècle
– perspectives pour un réseau spécial
Jura, Moyen Pays, Alpes
– le rôle des montagnes
Les cartes topoclimatiques
– un vaste champ d'applications
Caméras et satellites
– instruments de la phénologie
Le géoportail du canton de Berne
– un cercle se referme
Après plus de 40 ans
– un bilan de l'exploitation des données

8 A l'écoute de la nature – avec persévérance

Eloge
des observateurs et observatrices

88 English Summary

90 Bibliographie

BernClim Concepts et résultats
91 Posters BernClim
91 Ouvrages recommandés
94 Manuscripts non publiés
Adresses internet
96 et archives de données

Annexe

97 – métadonnées et cartes

1. Raumplanung und Topoklimatologie – Konzept und Ziele

Geographie, Topoklimatologie und Phänologie
– eine naheliegende Verbindung

Am Geographischen Institut der Universität Bern – genau gesagt in der heimeligen und überquellenden Villa am Falkenplatz 18 – ist 1969 allmählich eine Idee geboren worden, die den Grundstein für eine lange Geschichte legte. Mit dem Aufkommen der Raumplanung stellte sich die Frage der Bereitstellung von Grundlagen für eine haushälterische Nutzung des Bodens. Plötzlich waren detaillierte Karten über Naturgrundlagen zu Themen wie Klima, Wasser, Böden und Naturgefahren gefragt, die möglichst schnell und vor allem kostengünstig erarbeitet werden sollten. Da für Grundlagen zum regionalen Klima die naheliegendste Lösung eines verdichteten Netzes von Klimastationen diesen Forderungen nicht genügen konnte, mussten neue Ideen her. Prof. Bruno MESSERLI schlug phänologische Beobachtungen vor, im Winter ergänzt mit Beobachtungen der Andauer der Schneedecke und Nebelhäufigkeit.

1 Aménagement du territoire et topoclimatologie – concept et buts

Géographie, topoclimatologie et phénologie
– une relation évidente

C'est à l'Institut de géographie de l'Université de Berne – ou plus précisément dans la charmante villa débordante de vie de la Falkenplatz 18 – que naquit en 1969 l'idée qui allait être à l'origine d'une longue histoire. Avec l'essor de l'aménagement du territoire, la question de la préparation des bases pour une utilisation parcimonieuse de l'espace fut posée. Soudainement, des relevés des bases naturelles comme le climat, l'eau, les sols et les risques naturels s'avéraient nécessaires, mais il s'agissait de les élaborer aussi rapidement que possible et à bon compte. La solution la plus simple pour connaître les conditions climatiques régionales était de densifier le réseau de stations météorologiques. Mais comme cette idée ne suffisait pas pour satisfaire les exigences, le professeur Bruno MESSERLI proposa des observations phénologiques, complétées en hiver par des observations de la durée de la couverture neigeuse et de la fréquence du brouillard.

Jede raumbezogene Klimatologie ordnet sich in einen Massstabsbereich ein. Während die Mikroklimatologie mit einer extrem feinen Auflösung beispielsweise die Lebensbedingungen von einzelnen Pflanzen zu charakterisieren vermag, kann sie kaum über grössere Räume flächendeckend betrieben werden. Untersuchungen im mesoklimatischen Massstabsbereich, wie sie mit Daten von nationalen Wetterstations-Beobachtungsnetzen im Abstand von einigen Dutzenden Kilometern angegangen werden können, sind für viele Anwendungen zu wenig detailliert. Bei der Gründung des BernClim-Netzes suchte man eine mittlere Auflösung, da die Raumplanung nach flächenhaften Klimaunterlagen verlangte.

Die Geographie konnte in diesem Bereich einen Beitrag zur Schliessung einer wichtigen Lücke leisten. "Lokale Beobachtungen und Auswertungen dürften als Planungsgrundlagen für einen bestimmten Ort oder Raum künftighin von entscheidender Bedeutung sein" (MESSERLI 1970: 11). Es zeigte sich auch, dass die vorhandene klimatologische Infrastruktur die neuen Bedürfnisse nicht decken konnte. „Grundsätzlich ist ein nationales Messnetz nicht für die Lösung raumplanerischer lokaler und regionaler Probleme angelegt, die im Massstab 1: 10'000 bis 1: 50'000 erarbeitet und dargestellt werden sollen“ (MESSERLI 1978: 17). Es zeigte sich, dass in einer von der Raumplanung verlangten Dichte keine instrumentelle Erfassung in Frage kommen konnte. Stattdessen sollten Beobachtungen gemacht werden, die in ihrem räumlichen Bezug eine Quantifizierung und Auswertung ermöglichen. In diesem Sinne wurde 1970 ein mesoklimatisches Netz im Kanton Bern gegründet, das phänologische Beobachtungen im Sommer mit Erhebungen von Schnee und Nebel im Winter verbindet.

Die weit verbreiteten Pflanzen bieten sich dabei als Klimazeiger an. Lebende Organismen können allerdings nicht als Instrumente missbraucht werden, denn sie widerspiegeln eine komplexe Reaktion auf die Gesamtheit der Umweltfaktoren und beinhalten ein biologisches Eigenleben. Ferner passen sich Pflanzen an die örtlichen Verhältnisse an (VOLZ in MESSERLI et al. 1978, PRIMAULT 1957) und die phänologische Reaktion kann die Bedeutung eines eigenen Klimatelementes erlangen (BERG 1952).

Jura, Mittelland, Alpen:
Ebenen, Hügel, Mittel-
und Hochgebirge

Jura, Moyen Pays, Alpes:
plaines, collines, moyennes
et hautes montagnes

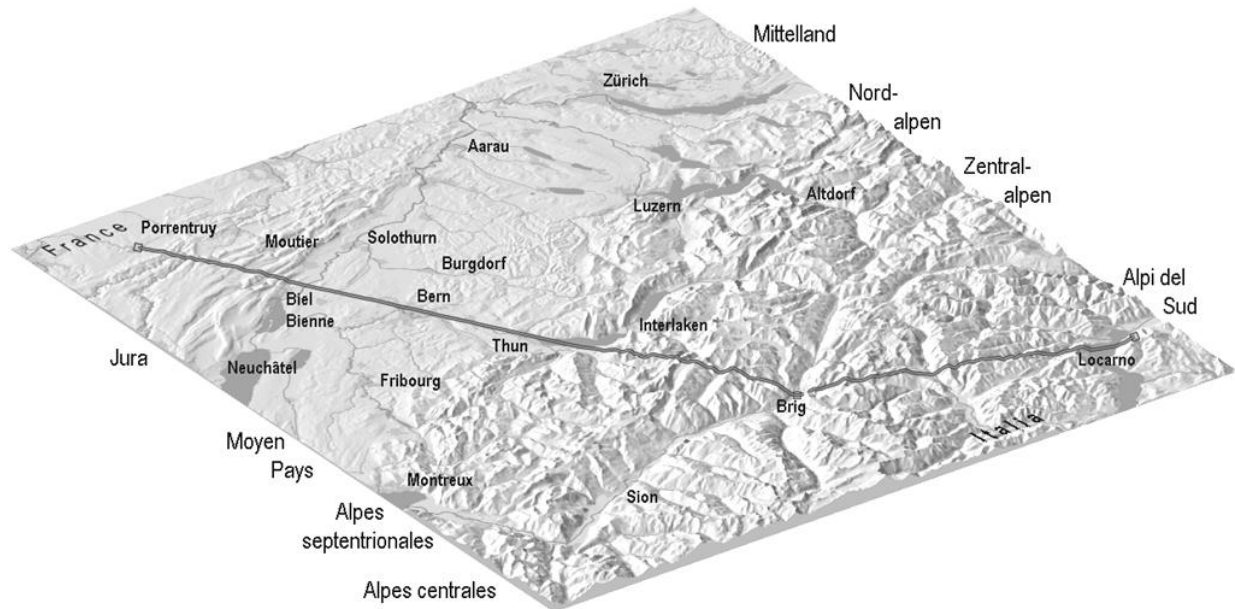


Abbildung 1: Jura, Mittelland, Alpen: Ebenen, Hügel, Mittel- und Hochgebirge.
Blockdiagramm des Programmperimeters mit Profilachse (Abbildung 2, Tabelle 6).
Erzeugt mit Atlas der Schweiz 3 (swisstopo 2011).

Figure 1: Jura, Moyen Pays, Alpes: Plaines, collines, moyennes et hautes montagnes.
Bloc-diagramme du périmètre du programme avec l'axe de la coupe (Figure 2, Tableau 6).
Produit avec l'Atlas de la Suisse 3 (swisstopo 2011).

Geländeprofil im Querschnitt
durch die Schweiz

Coupe topographique
à travers la Suisse

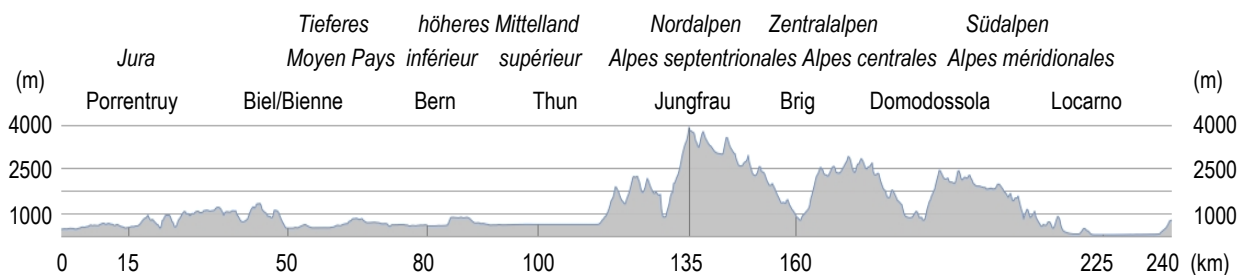


Abbildung 2: Ein Querschnitt durch die Schweiz umfasst eine breite Palette von Naturräumen.
Erzeugt mit Atlas der Schweiz 3 (swisstopo 2011).

Figure 2: Une coupe à travers la Suisse comporte un vaste choix de types d'espaces naturels.
Produit avec l'Atlas de la Suisse 3 (swisstopo 2011).

Die Ziele der ersten Stunde waren hoch gesteckt, aber realistisch (MESSERLI 1978: 12):

- Erarbeiten einer klimatologisch-räumlichen Gliederung des Kantons Bern für bestimmte Erscheinungen, ausgeweitet zu einem Querprofil durch die Schweiz (Mitarbeiter und MZA-Stationen im südalpinen Raum)
- Verstehen des Verlaufs der Jahreszeiten vom Jura über das Mittelland bis zu den Alpen (Abbildung 1, Abbildung 2)
- Bestimmen des Reliefeinflusses im lokalen und regionalen Rahmen
- Erkennen von Problemräumen, die genauere und aufwendigere Untersuchungen verlangen (Einsatz von Messstationen, Durchführung von Messkampagnen, zielgerichtete Anwendung von Luft- und Satellitenbildern usw.)
- Publizieren und Verbreiten der Daten in einem eigenen Bulletin, um das Interesse der Beobachter durch rasche Information zu erhalten und den Kontakt zu interessierten in- und ausländischen Instanzen sicherzustellen (Wetterdienste, Universitätsinstitute, Planer, Forstämter, Lehrer usw.)
- Anwenden der Erkenntnisse in erzieherischem Sinne in unseren Schulen durch die Mitarbeit der Lehrer und in planerischer Sicht in den Gemeinden durch das Engagement der lokalen Beobachter.

Die Ziele waren somit eine klimatologische Grundlagenforschung im Dienste einer konkreten Anwendung, der Raumplanung. Das Berner Klimaprogramm war auf die Bedürfnisse der Regionalplanung fokussiert (Dokument 1).

Pflanzenphänologie, Schneeandauer und Nebelhäufigkeit – eine innovative Kombination

Biotische und abiotische phänologische Beobachtungen waren in einem umfassenden Konzept für topoklimatische Erhebungen kombiniert, die aufgrund weniger Jahre brauchbare Ergebnisse für verschiedene Massstäbe liefern sollten. Von Anfang an wurde im Hinblick auf die topoklimatische Auswertung Wert auf eine genaue Erfassung der Beobachtungsstandorte gelegt.

Phénologie végétale, durée de la neige et fréquence du brouillard – une combinaison innovatrice

Des observations phénologiques biotiques et abiotiques ont ainsi été combinées dans un concept pour servir de base à des relevés topoclimatiques, qui devaient fournir en peu d'années des résultats applicables à différentes échelles. Dès le début, la priorité fut donnée au recensement détaillé du lieu d'observation en vue d'une analyse topoclimatique.

Die zu beobachtenden Elemente sollten leicht erkennbar und möglichst eindeutig bestimmbar sein. Für die zu beobachtenden Phasen waren somit allgemein bekannte Arten gefragt, die häufig und möglichst gleichmässig im ganzen Projektperimeter vorkommen. Ferner sollten sie möglichst gleichmässig über die Vegetationsperiode verteilt sein und somit phänologische Jahreszeiten anzeigen. Um Vergleichsmöglichkeiten mit dem nationalen Netz der MeteoSchweiz (vormals Schweizerische Meteorologische Anstalt) zu ermöglichen, kamen nur Phasen aus deren Beobachtungsprogramm vor. Die Wahl fiel im Rahmen des endgültigen Programms ab 1974 auf die Blüte des Haselstrauchs (*Coryllus avellana*), die Blüte des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*), die Blüte des Apfelbaumes (*Pyrus malus*), die Weizenernte (*Triticum vulgare*), die Blattverfärbung der Buche (*Fagus sylvatica*) und auf den Nadelabfall der Lärche (*Larix decidua*).

Anstelle der Erfassung einzelner Klimaelemente, wie mit Messstationen üblich, werden Indikatoren beobachtet, die Werte einer charakteristischen Mischung von Klimaelementen widerspiegeln. Dies gilt für Pflanzen, Schnee und Nebel. Damit wird eine komplexe Aussage über die topoklimatischen Bedingungen eines Raumes möglich.

Von grosser Originalität war dabei neben der Wahl der phänologischen Phasen und der abiotischen Klimaelemente auch die Gestaltung der Anleitung, mit welcher versucht wird, nicht nur punktuelle Werte in grosser räumlicher Dichte zu erhalten, sondern auch gerade noch eine raumbezogene Variabilität zu erfassen und zu erkennen (JEANNERET 1970). Die Beobachtenden werden angehalten, möglichst mehrere Standorte oder Flächen in charakteristischer Lage (Talboden und verschiedene Hänge, Expositionen und Höhenstufen) zu erfassen, womit eine aussagekräftige Auswahl der beobachteten Punkte angestrebt wird (JEANNERET, WANNER, FLORIN 1971).

Das Konzept des bernischen Klimaprogrammes (JEANNERET 1970) war wegweisend für den Start, wurde aber in den ersten Jahren aufgrund der Erfahrungen angepasst. Insbesondere wurden die Beobachtungen vereinfacht und die Unterscheidung zwischen einem Standardprogramm und einem erweiterten, freiwilligen Programm fallen gelassen. Das erste schnörkellose Konzept (Dokument 1) aus der Anfangszeit widerspiegelt die grundlegende Vorstellung des Programmes, das später BernClim benannt wurde (Tabelle 1, Tabelle 2).

Konzept
des Bernischen Klimaprogrammes
(1970)

Concept
du programme climatique bernois
(1970)

Universität Bern
Geographisches Institut

Klimatologische Grundlagenforschung im Kanton Bern

1. Ziele

Anhand von verschiedenen Erscheinungen der Landschaft soll versucht werden, komplexe Aussagen über das Klima zu erhalten. Die Ergebnisse sollen einer weiteren klimatologischen Forschung im Kanton Bern dienen, der Landesplanung neue Grundlagen vermitteln und dem geographischen Unterricht auf allen Stufen neue Erkenntnisse und Methoden geben.

2. Gegenstand der klimatologischen Grundlagenforschung

Folgende Elemente sind zu erfassen:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – eine Auswahl phänologischer Ereignisse: Haselnuss Vollblüte Huflattich Vollblüte Apfelbäume Vollblüte Heuernte Buche Blattverfärbung Weizen Ernte | <ul style="list-style-type: none"> – Reifentwicklung – Schneedecke (Messungen über die
 Schneebedeckung definierter Probestflächen) – Nebelbildung (Messungen über die Dauer
 und Ausdehnung des Nebels) |
|---|---|

3. Organisation des Beobachtungsdienstes

Die Beobachtungen werden in einem Netz ausgeführt, das den ganzen Kanton Bern, sowie als Ergänzung, Gebiete des obern Wallis und des nördlichen Tessins umfasst. Die Mitarbeit ist ehrenamtlich. Als Beobachter kommen Lehrer, Bauern, Förster und weitere Interessenten in Frage. Der Beobachtungsdienst wird – sobald die Stationen dicht genug sind – in regionale Unternetze gegliedert, die bereits einen Teil der Auswertung übernehmen können. Die gesamthafte Auswertung erfolgt zentral im Geographischen Institut.

Die Resultate werden jährlich als Zahlenwerte und als Karten publiziert. Die Beobachter liefern ihre Ergebnisse zweimal jährlich ab. Ebenfalls zweimal im Jahr findet eine gemeinsame Besprechung statt. Ferner können gelegentlich gemeinsame Begehungen organisiert werden, um die Wahl der Testflächen und -objekte zu koordinieren.

Je nach Raum und Aufgabe ist es den einzelnen Mitarbeitern oder regionalen Unternetzen freigestellt, ihr Material selber auszuwerten und zu publizieren.

4. Weitere Aufgaben

Bei Bedarf kann das Netz lokal intensiviert werden. Besonders interessante Stellen, Regionen oder Probleme werden in einer späteren Phase in einer detaillierteren Studie untersucht. Ebenso können die Forschungen in einem kleineren Raum vertieft werden, falls besondere Bedürfnisse vorliegen (z. B. für eine Ortsplanung, Güterzusammenlegung usw.).

Dokument 1: Das ursprüngliche Konzept der Berner Klimaprogrammes (seit den 1990er Jahren BernClim), das im Verlauf der Zeit den Erfahrungen angepasst worden ist (Merkblatt 1970).

Document 1: Le concept d'origine du programme climatique bernois (BernClim depuis les années 1990), qui fut par la suite adapté aux expériences réalisées (Feuille d'information 1970).

Das Berner Klima-Beobachtungsnetz – topoklimatologische Grundlagenforschung

Das wegweisende Konzept umriss ein bewusst knapp gehaltenes Beobachtungsprogramm, das einerseits innerhalb desjenigen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (heute Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz) ausgewählt wurde, um Vergleiche zu ermöglichen. Andererseits wurde angestrebt, dass auf jeder Station mehrere repräsentative Flächen erhoben werden sollten. Im Winter sollten je eine Fläche im Tal und an beiden Talhängen erfasst werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen klimatischen Messnetzen wird mit wenigen Erhebungen somit der räumlichen vor der zeitlichen Dichte Priorität eingeräumt.

Le réseau d'observations climatiques bernois – une recherche topoclimatique de base

Le concept directeur esquissa un programme d'observation volontairement succinct qui, afin de permettre des comparaisons, reprenait des éléments du programme de l'Institut météorologique suisse – aujourd'hui Office fédéral de météorologie et climatologie MétéoSuisse, permettant des comparaisons. Le but était d'observer plusieurs emplacements représentatifs à chaque station. En hiver, il s'agissait ainsi de recenser un emplacement en vallée et un sur chaque versant. Par opposition aux réseaux climatiques traditionnels, ce programme fondé sur un nombre limité d'observations donnait la priorité à la densité spatiale et non à la densité temporelle.

Sommerhalbjahr – pflanzenphänologische Beobachtungen	Winterhalbjahr – abiotische Beobachtungen	Semestre d'été - observations phyto-phénologiques	Semestre d'hiver – observations abiotiques
A) Standardprogramm Haselnuss: Vollblüte (Pollenabgabe) Löwenzahn: Vollblüte Apfelbaum: Vollblüte Heuernte: Beginn und Ende Weizenernte Buche: Blattverfärbung (im Gebirge: Lärche) B) Erweitertes Programm (fakultativ) Huflattich: Vollblüte Buche: Blattentfaltung, Blattabfall Kartoffel: Beginn der Pflanzung, Vollblüte, Ende der Ernte Roter Holunder: Vollblüte Vogelbeerbaum: Fruchtreife	täglich zwischen 07:00 und 08:00 Uhr vorgenommen: A) Schnee Horizontale Probestfläche: Messung der Schneehöhe in cm. Geneigte Probestflächen (je eine Fläche in Nord- und Südex- position): Beobachtung der Schneebedeckung B) Nebel Tage mit Nebel (Sichtweite 0-200 m oder 200-1000 m), Auflö- sungszeit C) Reif Tage mit Reif (nur im Winter 1970/71 durchgeführt)	A) Programme standard Noisetier: pleine floraison (pollination) Dent de lion: pleine floraison Pommier: Pleine floraison Fenaison: début et fin Moisson du blé Hêtre: coloration des feuilles (en montagne: mélèze) B) Programme élargi (facultat.) Pas d'âne: pleine floraison Hêtre: déploiement et chute des feuilles Pommier de terre: début de la plantation, pleine floraison, fin de la moisson Sureau rouge: pleine floraison Sorbier des oiseleurs: matura- tion des fruits	Chaque jour entre 07:00 et 08:00 h A) Neige Surface d'essais horizontale: mesure de la hauteur de la neige en cm Surface d'essais inclinée (une surface par exposition nord et sud): observation de la couverture neigeuse B) Brouillard Jour avec brouillard (visibilité de 0 à 200 m ou 200 à 1000 m), heure de la dissolution C) Gelée blanche Jour avec gelée blanche (uni- quement durant l'hiver 1970/71)

Tabelle 1: Das Beobachtungsprogramm BernClim seit 1970: an jeder Station nach Möglichkeit an mehreren charakteristischen Beobachtungsorten auszuführen (aus MESSERLI 1978).

Tableau 1: Le programme d'observation BernClim depuis 1970: à exécuter si possible à plusieurs emplacements caractéristiques par station (tiré de MESSERLI 1978).

Sommerhalbjahr – pflanzenphänologische Beo- bachtungen	Winterhalbjahr – abiotische Beobachtungen	Semestre d'été - observations phyto- phénologiques	Semestre d'hiver – observations abiotiques
Hasel Allgemeine Blüte Löwenzahn Allgemeine Blüte Apfelbaum Allgemeine Blüte Weizenernte Buche Blattverfärbung / Lärche Nadelabfall	täglich um 07:30 h Nebel (Sicht < 1000 m), Zeit der Nebelauflösung Schneebedeckung (Schnee- höhe, erster Reif)	Noisetier: floraison générale Dent de lion: floraison générale Pommier: floraison générale Moisson du blé Hêtre coloration des feuilles/ Mélèze chute des aiguilles	Chaque jour à 07:30 Brouillard (visibilité < 1000 m), heure de la dissipation Couverture neigeuse (hauteur de la neige, première gelée blanche)

Tabelle 2: Das Beobachtungsprogramm BernClim seit 1974 – an jeder Station nach Möglichkeit an mehreren charakteristischen Beobachtungsorten auszuführen (JEANNERET et al. 1971, 1979).

Tableau 2: Le programme d'observation BernClim depuis 1974 – à exécuter si possible à plusieurs emplacements caractéristiques (JEANNERET et al. 1971, 1979).

Topoklima – zwischen Mikro- und Makroklima

Das Berner Klimaprogramm entstand aus einem Bedürfnis der Raumplanung. Als Interpolationshilfen waren somit Erhebungen gefragt, die in den topoklimatischen Skalenbereich fallen. Dieser findet sich zwischen Mikro- und Mesoklima (Abbildung 3) und wird zuweilen auch als Geländeklima bezeichnet (WANNER 1986, BENDIX 2004). Entscheidend ist der massgebliche Bezug zur Topographie, zu den Geländeformen. Das Geländeklima ist in der planetaren Grenzschicht (*Planetary Boundary Layer PBL*) der untern Troposphäre angesiedelt; der Begriff überschneidet sich weitgehend mit denjenigen von Klein-, Lokal-, Topo- oder Mesoklima (PRIMAULT 1972, BENDIX 2004).

Topoclimat – entre micro- et macroclimat

Le programme climatique bernois est né des besoins de l'aménagement du territoire. Pour l'interpolation spatiale, des relevés à l'échelle topoclimatique étaient requis. Cette dernière se situe entre la micro- et la mésoclimatologie (Figure 3) et est aussi connue comme climat du relief (WANNER 1986, BENDIX 2004), par référence à l'influence dominante de la topographie, des formes du relief. Le topoclimat se trouve dans la couche limite planétaire (*Planetary Boundary Layer PBL*) de la troposphère inférieure; le terme est généralement synonyme à ceux de climat de détail, local, topo- ou méso, ou même « couche sale » (PRIMAULT 1972, BENDIX 2004).

Das Berner Klimaprogramm BernClim leistet somit einen Beitrag zu einer topoklimatischen Charakterisierung der Bedingungen in den Grossräumen der Schweiz, die sich über Jura, Mittelland und Alpen erstrecken. Das Geländeklima findet sich vor allem in der unteren Troposphäre, der planetaren Grenzschicht (Peplosphäre, *Planetary Boundary Layer PBL*), die über der Landfläche 1 bis 2 km mächtig ist (BENDIX 2004) und welche die von der Orographie beeinflussten Winde umfasst. Die untere Troposphäre wird zuweilen auch als Grund- oder Reibungsschicht bezeichnet, oder infolge der grossen Schadstoffbelastung und Aerosolkonzentration gar als Dunst- oder Schmutzschicht („*couche sale*“).

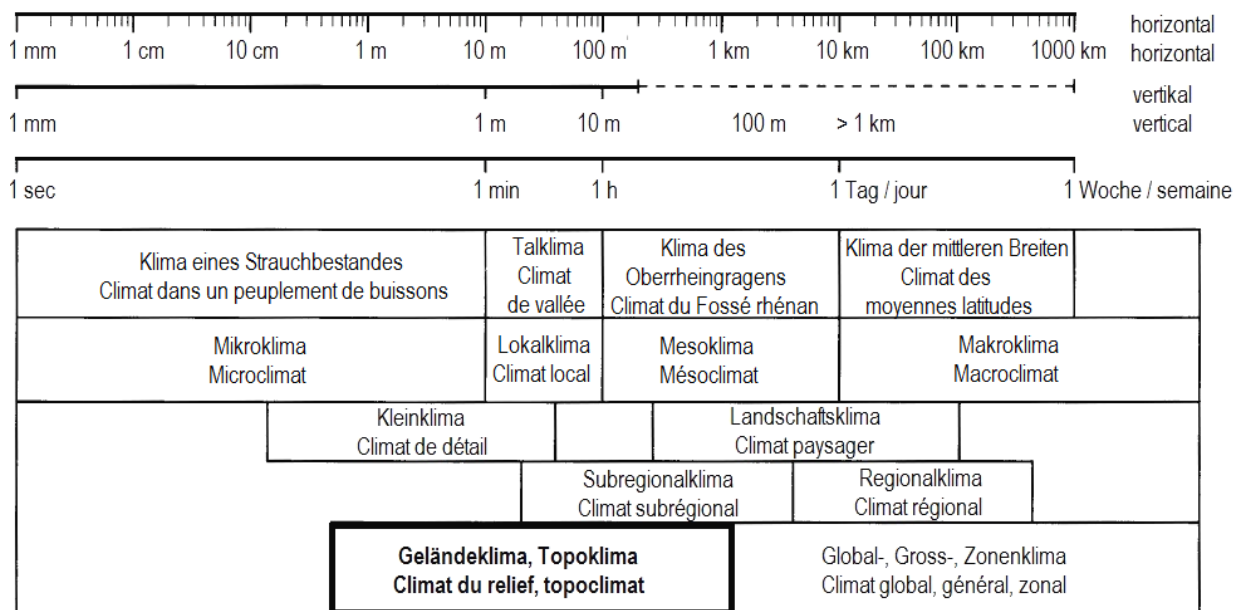


Abbildung 3: Klimageographische Skalenteilung nach einwirkenden Faktoren, z. B. Topographie und Vegetation (nach WANNER 1986 und BENDIX 2004, verändert).

Figure 3: Division climato-géographique des échelles selon les facteurs décisifs, notamment la topographie et la végétation (selon WANNER 1986 et BENDIX 2004, modifié).

Das Beobachtungsnetz der Anfänge

Le réseau d'observation des débuts

No. Station	No. Station	No. Station	No. Station	No. Station
1781 Münchenwiler	3037 Stuckishaus	3199 Belpberg	3556 Trub	3801 Gsteigwiler
1802 Corseaux	3043 Uettligen	3205 Gümnenen	3600 Thun	3803 Beatenberg
2000 Neuchâtel	3044 Säriswil	3232 Ins	3604 Thun	3806 Bönigen
2076 Gals	3044 Innerberg	3235 Erlach (2)	3611 Wachseidorn	3812 Wilderswil
2311 La Chaux d'Abel	3048 Worblaufen	3251 Wiler b. S.	3611 Niederstocken	3818 Grindelwald
2500 Biel	3052 Zollikofen (3)	3257 Grossaffoltern	3612 Steffisburg	3823 Wengen
2514 Ligerz	3053 Münchenbuchsee (3)	3277 Radelfingen	3613 Steffisburg Stat.	3855 Brienz
2532 Magglingen	3054 Schüpfen (2)	3293 Dotzigen	3632 Niederstocken	3856 Brienzwiler
2538 Romont	3063 Ittigen	3302 Frauenkappelen	3634 Thierachern	3861 Nesselental
2543 Lengnau	3065 Bolligen (4)	3302 Schönbühl	3638 Blumenstein	3901 Ried b. Brig
2560 Nidau	3066 Stettlen (2)	3303 Jegenstorf	3645 Gwatt	3903 Ferden
2562 Port (3)	3067 Vechigen	3312 Fraubrunnen	3653 Oberhofen	3904 Naters
2575 Gerolfingen	3067 Boll	3322 Urtenen	3655 Sigriswil (2)	3981 Oberwald
2576 Lüscherz	3074 Muri (3)	3349 Krälligen	3657 Schwanden	4202 Duggingen
2577 Siselen	3082 Schlosswil	3365 Grasswil	3658 Merligen	4222 Breitenbach
2608 Courtelary	3088 Rüeggisberg	3400 Burgdorf (4)	3700 Spiez (3)	4249 Nenzlingen
2616 Renan	3097 Liebefeld	3412 Heimiswil	3702 Hondrich	4511 Farnern
2710 Tavannes	3098 Köniz	3413 Oberburg (2)	3703 Aeschiried	4704 Niederbipp (2)
2720 Tramelan	3098 Schliern Köniz	3415 Hasle-Rüegsau (3)	3703 Aeschi	4858 Wynau
2741 Eschert	3099 Vorderfultigen	3416 Affoltern i. E.	3706 Leissigen	4900 Langenthal
2745 Grandval	3099 Englisberg	3422 Kirchberg	3713 Reichenbach (3)	4911 Schwarzhäusern
2801 Mervelier	3110 Münsingen (2)	3423 Ersigen	3714 Frutigen (2)	4912 Aarwangen (2)
2851 Epauvilliers	3113 Rubigen (2)	3427 Utzenstorf	3715 Adelboden	4913 Bannwil
2854 Bassecourt	3114 Niederwichttrach	3428 Wiler b. Utzenstorf	3725 Achseten (2)	4914 Roggwil
2874 St-Brais	3116 Mühledorf	3431 Obergoldbach	3752 Wimmis	4931 Leimiswil
2877 Les Rouges Terres	3122 Kehrsatz	3432 Lützelflüh Goidbach	3753 Latterbach	4932 Lotzwil
2900 Porrentruy	3123 Belp (2)	3436 Zollbrück (2)	3761 Gsteig	4932 Rütschelen
3004 Bern (2)	3132 Riggisberg (2)	3457 Wasen i. E.	3762 Erlenbach i. S.	4936 Kleindietwil
3008 Bern	3144 Gasel	3506 Grosshöchstetten (2)	3765 Oberwil im S.	4950 Huttwil (2)
3012 Bern	3148 Lanzenhäusern	3507 Biglen (2)	3770 Zweisimmen	4954 Wyssachen
3013 Bern	3150 Schwarzenburg (2)	3510 Konolfingen	3771 Blankenburg	6082 Brünig
3018 Bern (2)	3158 Guggisberg	3512 Walkringen (2)	3781 Grund b. Gstaad	6575 Vairano
3032 Hinterkappelen	3176 Neuenegg	3515 Oberdiessbach (2)	3792 Saanen (2)	6600 Locarno Monti
3034 Murzelen	3177 Laupen	3516 Linden b. Oberdiessb	3800 Interlaken	6612 Ascona
3036 Detligen	3177 Kriechenwil	3550 Langnau i. E.	3800 Unterseen (2)	6777 Quinto Lurengo

Tabelle 3: BernClim-Stationen um 1971 (in Klammer Anzahl Stationen in einer Ortschaft). Zwischen Adresse der beobachtenden Person und den beobachteten Flächen besteht zuweilen ein Unterschied. Auch Postleitzahlen können Änderungen unterworfen werden.

Tableau 3: Stations BernClim vers 1971 (entre parenthèses le nombre de stations dans une localité). Parfois, il y a une différence entre l'adresse de la personne qui observe et les emplacements observés. Les numéros postaux peuvent subir des changements.

Postleitzahlen
zur Verortung

Les numéros postaux d'acheminement
pour la localisation

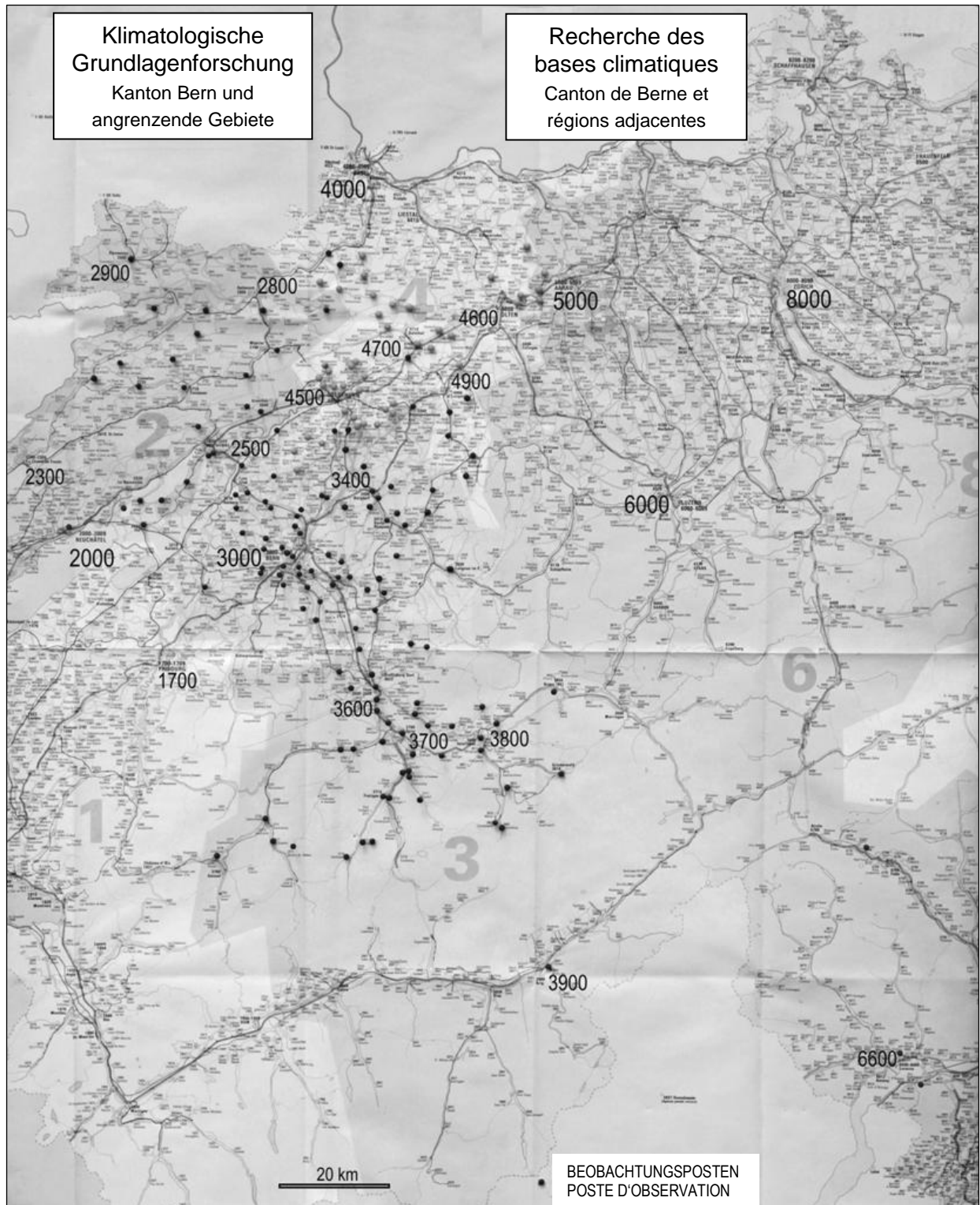


Abbildung 4: Von der Ajoie bis ins Sopraceneri – Berner und Solothurner Beobachtungsstationen der Anfänge (zu Beginn der 1970er Jahre; mit Stecknadeln markierte Karte der Postleitzahlen, letztere sind gleichzeitig Stationsnummer. Photo: Miriam Andonie).

Figure 4: De l'Ajoie au Sopraceneri – les stations d'observation bernoises et soleuroises des débuts (au début des années 1970; carte des numéros postaux qui sont en même temps numéros de station, marqués à l'aide d'épingles. Photo : Miriam Andonie).

Jura, Mittelland, Alpen – die Stationen

Der Kanton Bern weist eine grosse landschaftliche und damit geländeklimatische Diversität auf: Er erstreckt sich von Ebenen über Hügel und Mittelgebirge bis ins Hochgebirge und über mehrere Höhenstufen (Abbildung 6). Ein Transekt vermittelt ein weites Spielfeld für alle möglichen wissenschaftlichen Fragestellungen. Er ermöglicht auch einen Transfer auf benachbarte, ähnlich strukturierte Räume. 250 Stationen in 184 Ortschaften (Abbildung 5) hinterliessen im Verlauf des bisherigen Projektes im gesamten Perimeter unterschiedlich lange Reihen.

BernClim entwickelte sich von einem kantonalen Anliegen zu einer geographischen Fragestellung. Die Grossräume der Schweiz wurden in den Vordergrund gerückt: der Jura als Mittelgebirge, das Mittelland als Ebene und Hügelland, die Alpen mit ihrer Nord-, ihrem Zentral- und ihrem Südanteil. Zur Gründerzeit des Netzes gehörte der Jura bis zum Pruntrut Zipfel und dem Laufental zum Kanton Bern, somit zum Perimeter des Auftraggebers.

Ein kantonaler Forschungsperimeter liegt allerdings quer in der schweizerischen Forschungslandschaft. Mit der grundsätzlichen Übergabe vieler raumbezogenen Forschungsaufgaben von den Kantonen an die Eidgenossenschaft in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden viele Aufgaben dem Zentralstaat übergeben, insbesondere die angewandte Forschung und Langzeitüberwachung (Monitoring) etwa im Bereich Meteorologie, Forst- und Landwirtschaft, Natur- und Landschaftsschutz, für welche eine Reihe von eidgenössischen Forschungsanstalten eingerichtet wurden. Etliche Bereiche wurden auch in den Eidgenössischen Technischen Hochschulen zentralisiert. So hat etwa die Forstdirektion des Kanton Bern ab 1869 ein klimatologisches und phänologisches Beobachtungsprogramm in 40 Staatswäldern mit etwa 70 Stationen begründet, das aber 1882 abrupt eingestellt worden ist (VASSELLA 1997).

Jura, Moyen Pays, Alpes – les stations

Le canton de Berne comprend des paysages et donc des topoclimats d'une grande diversité, allant des plaines aux hautes montagnes en passant par les collines et la moyenne montagne, sur différents étages altitudinaux (Figure 6). Une coupe fournit un vaste choix pour une foule de questions scientifiques, mais permet aussi un transfert à des régions voisines aux caractéristiques comparables. 250 stations dans 184 localités (Figure 5) ont généré au cours de l'histoire du projet, sur l'ensemble du périmètre, des séries de données d'une durée inégale.

BernClim-Stationen (1970-2011)

Stations BernClim (1970-2011)

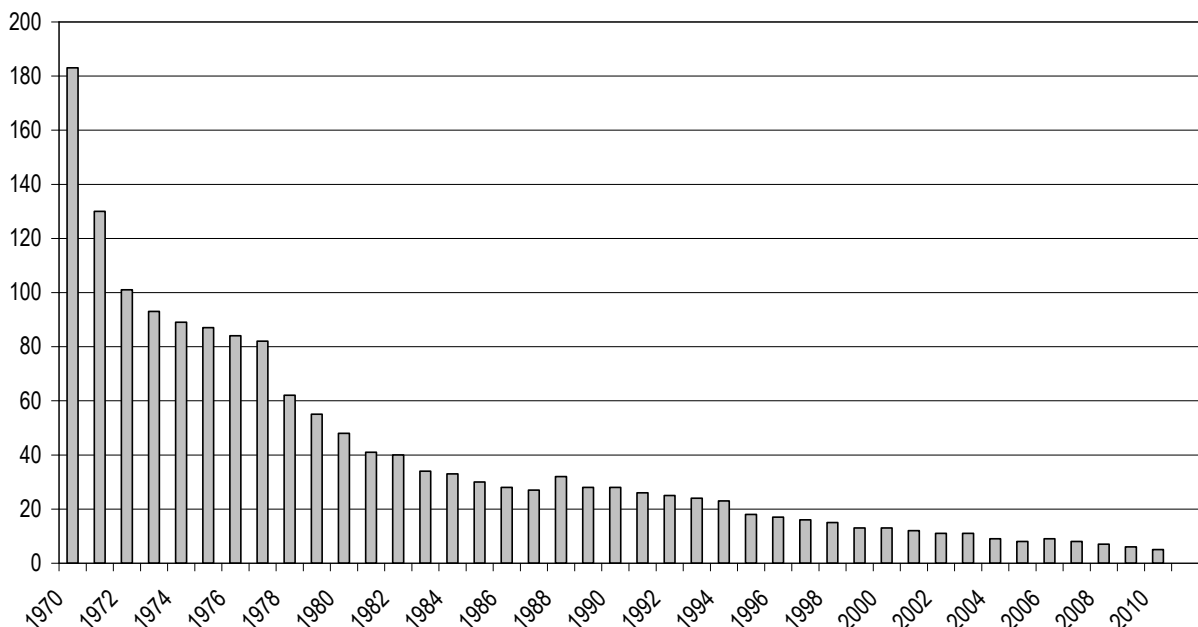


Abbildung 5: Die Entwicklung der Anzahl Stationen ist eindeutig – stetig abnehmend. Total waren 250 Stationen in 184 Ortschaften aktiv.

Figure 5: L'évolution du nombre de stations est claire – constamment en diminution. Au total, 250 stations ont été actives dans 184 localités.

Dies kann rückblickend nur bedauert werden, hat doch keine eidgenössische Institution ein ähnliches und ähnlich dichtes Beobachtungsprogramm mehr unterhalten. Der Kanton Waadt hat als einziger einen Klimaatlas herausgegeben (PRIMAULT 1972), welcher die mesoklimatische Dimension betont.

Auch wenn der Kanton Bern am Anfang in den 1970er-Jahre Auftraggeber für das Projekt Berner Klimaprogramm war, so ist sein Perimeter nicht an politische Grenzen gebunden. Zudem vergab der Kanton Solothurn seinerseits einen kurzzeitigen Auftrag (Abbildung 4), und es interessierten sich auch beobachtende Menschen in vielen benachbarten Gebieten für diese Tätigkeiten rund um die Saisonalität: in ehemals bernischen Gebieten der Kantone Jura und Basel-Land, in Neuenburg, um Murten FR, in der Zentralschweiz, im Oberwallis und im nördlichen Tessin. Damit sind alle Hauptlandschaften der Schweiz in diesem Transekt vertreten. Aus wissenschaftlicher Sicht sollten ohnehin politische Grenzen keine Ein- und Ausgrenzungen von Überwachungsperimetern verursachen – wissenschaftliche und umweltrelevante Fragestellungen sind nicht an Staatsterritorien gebunden. Aus diesem Grund werden auf politische Territorien beschränkte Inselkarten für die Darstellung der Ergebnisse möglichst vermieden.

Verortung – die räumliche Referenz

Die Stationen wurden mit ihrer Postleitzahl gekennzeichnet, die gleichzeitig ihre Stationsnummer ist. Eine ergänzende Dezimalstelle ermöglichte eine Unterscheidung mehrerer Stationen in derselben Ortschaft (Tabelle 3). Die Postleitzahlen sind nach der Struktur der Postzustellung organisiert und widerspiegeln so eine regionale und funktionale Zugehörigkeit und somit eine bestimmte räumliche Logik (Abbildung 4). Allerdings wurden etliche Postleitzahlen im Verlauf der Zeit abgeändert, und in wenigen Fällen stimmen Beobachtungs- und Wohnort der Beobachtenden nicht überein.

Im Rahmen des BernClim-Netzes ist eine Station an die beobachtende Person und ihren Wohnort gebunden. Die Beobachtenden haben in der Regel an mehreren Beobachtungsflächen Daten aufgenommen, in einigen Fällen auch ausserhalb ihrer Wohngemeinde. Umgekehrt waren in verschiedenen, vor allem grösseren Ortschaften verschiedene Personen als Beobachterin und Beobachter tätig. Und nicht alle eingetragenen Stationen (Tabelle 3) haben auch Daten geliefert. Diese Umstände erklären mögliche Ungereimtheiten in Stationslisten und Dateninventaren.

Zur eindeutigen Lokalisierung der Beobachtungspunkte dienen die Landeskoordinaten (Kilometer-Netz, Schweizer Landeskoordinaten LV03, CH1903, *Swiss Grid*). Die Landeskoordinaten bezeichnen unabhängig von Stationsbezeichnungen die eigentlichen Beobachtungsflächen der Sommer- und Winterbeobachtungen und dienen somit als einzige eindeutige Georeferenz.

Die Beobachtungsformulare – Spiegel eines Konzeptes

Die Formulare widerspiegeln den Beobachtungsablauf. Jede Phase des Sommerprogrammes wird auf einem eigenen Bogen erfasst (Dokument 2). Jeder Zeile entspricht einer Beobachtungsfläche.

La localisation – la référence spatiale

Les stations ont été caractérisées par leur code postal, doté d'une décimale, permettant de différencier plusieurs stations dans une même localité (Tableau 3). Les numéros postaux reflètent la structure de la desserte postale et donc l'appartenance à une région et une fonctionnalité logique (Figure 4). Cependant, de nombreux codes postaux ont été modifiés au cours du temps et, dans certains cas, les domiciles (adresse postale) et les lieux d'observations ne sont pas identiques.

Dans le cadre du réseau BernClim, une station est liée à la personne qui effectue les observations et à son domicile, mais en général, les observateurs et observatrices ont enregistré des données provenant de différents emplacements, dans certains cas même en dehors de leur lieu de domicile. Inversement, en particulier dans certaines grandes localités, plusieurs personnes ont procédé à des observations. Et pas toutes les stations enregistrées (Tableau 3) ont aussi fourni des données. Ces conditions expliquent les incohérences pouvant apparaître dans les listes des stations et dans les inventaires des données.

Pour la localisation des points observés, ce sont les coordonnées nationales (Réseau kilométrique LV03, CH1903, *Swiss Grid*) qui font foi. Les coordonnées nationales désignent, indépendamment des dénominations des stations, les surfaces des observations d'été et d'hiver, et représentent donc la seule géoréférence incontestable.

Les formulaires – miroir d'un concept

Les formulaires reflètent l'idée d'un relevé. Ceux du programme d'observation BernClim comportent pour les données phénologiques du programme d'été une feuille pour chaque phase, per-

Mit fünf Kolonnen werden die geländeklimatischen Parameter deklariert, die letzte Kolonne enthält das Beobachtungsdatum und die vorletzte allfällige Bemerkungen zu den Pflanzen oder den Beobachtungsbedingungen.

Für das Winterprogramm stehen je ein Schnee- und ein Nebelformular (Dokument 3, Dokument 4) zur Verfügung mit einem Kalender für das ganze Halbjahr. Für jeden Kalendertag sind drei Kolonnen für drei Beobachtungsorte verfügbar, deren Geländeparameter in einer Kopftabelle charakterisiert werden. An jedem Tag wird die Beobachtung einer Schneedecke beziehungsweise von Nebel mit einem Symbol vermeldet. Unten in der Haupttabelle werden die Anzahl Tage pro Monat und Beobachtungspunkt aufsummiert. Bei den Schneebeobachtungen kann die Schneehöhe, beim Nebel die Zeit der Auflösung eingetragen werden.

Seit Programmbeginn sind dieselben Formulare im Gebrauch geblieben, was einerseits Kontinuität gewährleistet und andererseits auch die unentbehrliche Beharrlichkeit eines Langzeitmonitorings widerspiegelt.

mettant de caractériser un emplacement d'observation à chaque ligne (Document 2). Les paramètres topoclimatiques peuvent être déclarés sur cinq colonnes, la dernière étant réservée à la date de l'observation et l'avant-dernière à d'éventuelles remarques concernant les plantes ou les conditions des observations.

Pour le programme d'hiver, un formulaire pour la neige et un autre pour le brouillard (Document 3, Document 4) sont disponibles avec un calendrier pour le semestre entier. Pour chaque jour, trois colonnes sont prévues pour trois emplacements, dont les paramètres topographiques seront détaillés en tête. Chaque jour, un symbole signale l'observation de la présence d'une couche de neige ou du brouillard. Au bas de la table principale, le total du nombre de jours par mois et l'emplacement seront notés. Pour les observations de la neige, il faut enregistrer la hauteur de la couche et pour le brouillard, l'heure de la dissolution.

Ces formulaires n'ont pas changé depuis le début du programme, assurant la continuité et reflétant l'indispensable persévérance d'une surveillance à long terme.

Drei Formulartypen

Trois types de formulaires

UNIVERSITÄT BERN GEOGRAPHISCHES INSTITUT Klimaforschung		UNIVERSITÉ DE BERNE INSTITUT GEOGRAPHIQUE Recherche climatologique		Beobachtungsposten Nr. Poste d'observation no <u>4954.1</u>	
MELDEBLATT FÜR PHÄNOLOGISCHES ERGEBNIS FORMULAIRE POUR PHÉNOMÈNE PHÉNOLOGIQUE				Apfelbaum Vollblüte Pommier pleine floraison <u>2004</u>	
Standort Lieu	Koordinaten Coordonnées	Höhe Altitude	Exposition	Hangneigung Inclinaison	Sorte u. Bemerkungen Sorte et remarques
1. <u>Dorf / Koranden</u>	<u>629 1675 1214 1275</u>	<u>710</u>	<u>flach</u>	<u>—</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>19.5.</u>
2. <u>Staubklee</u>	<u>629 1575 1214 1175</u>	<u>720</u>	<u>NE</u>	<u>33%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>19.5.</u>
3. <u>Löh</u>	<u>629 1290 1214 1350</u>	<u>750</u>	<u>NE</u>	<u>-20%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>19.5.</u>
4. <u>Bergli</u>	<u>629 1700 1214 1725</u>	<u>760</u>	<u>S</u>	<u>40%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>17.5.</u>
5. <u>Bödeli</u>	<u>629 1700 1214 1350</u>	<u>720</u>	<u>S</u>	<u>40%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>16.5.</u>
6. <u>Ofen</u>	<u>629 1730 1214 1575</u>	<u>750</u>	<u>WSW</u>	<u>20%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>17.5.</u>
7. <u>Lager, Garten</u>	<u>629 1825 1214 1200</u>	<u>740</u>	<u>W</u>	<u>20%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>17.5.</u>
8. <u>Neuhäuser</u>	<u>629 1830 1214 1100</u>	<u>740</u>	<u>W</u>	<u>25%</u>	<u>Jauerg. / Berner. / Borkap</u> <u>17.5.</u>

ORIGINAL	bitte bis am 1. Dezember an das Institut zurücksenden à retourner à l'Institut jusqu'au 1er décembre	Ort und Datum Lieu et date <u>Wysachen, 19.5.04</u> Unterschrift / Signature <u>A. Bernasconi</u>
-----------------	---	---

Dokument 2: Beispiel eines Beobachtungsformulars für phänologische Beobachtungen einer Pflanzenart (siehe auch JEANNERET 1970).

Document 2: Exemple de formulaire pour les observations phénologiques d'une espèce végétale (voir aussi JEANNERET 1970).

UNIVERSITÄT BERN
GEOGRAPHISCHES INSTITUT
Klimaforschung

UNIVERSITÉ DE BERN
INSTITUT GEOGRAPHIQUE
Recherche climatologique

Beobachtungsposten Nr. 4954.1
Poste d'observation no
Winter / hiver 2003/04

MELDEBLATT FÜR WINTERBEOBACHTUNG
FORMULAIRE POUR OBSERVATION D'HIVER

SCHN E E / N E I G E

Versuchsfeld
Surface d'essai
(ca. 10x10 m²)

A Horizontal: Schneebedeckung u. Schneehöhe / Couverture et hauteur de neige
B N-Exposition: Schneebedeckung / Couverture de neige
C S-Exposition: Schneebedeckung / Couverture de neige

Signaturen
Signes

* Schneebedeckung / couverture de neige
0 Kein Schnee / pas de neige
- Nicht beobachtet / pas d'observation

A Schneehöhe gemessen: Sager 629/825/214/200 im Garten, 740m *flaches Stück*

	Ortsname Lieu	Koordinaten Coordonnées	Höhe Altitude	Exposition	Hangneigung Inclinaison	Bemerkungen Remarques
A	Koranten	629/600/214/135	710	flach	-	Talsole mit Wiese
B	Stäubleren	629/575/214/925	740	NE	27%	Wiesen
C	Ofen/Öseli	629/875/214/475	770	S	40%	Wiesen

	Oktober			November			Dezember			Januar			Februar			März			April		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	0			0			0			6	*	*	22	*	*	10	*	*	0		
2	0			0			0			12	*	*	15	*	*	10	*	*	0		
3	0			0			0			10	*	*	10	*	*	8	*	*	0		
4	0			0			0			8	*	*	10	*	*	6	*	*	0		
5	0			0			0			7	*	*	8	*	*	5	*	*	0		
6	0			0			0			6	*	*	7	*	*	3	*	*	0		
7	0			0			0			6	*	*	0	0	*	0	0	*	4	*	*
8	2	*	*	0			0			6	*	*	0	0	*	0	0	*	0	0	0
9	0			0			0			4	*	*	2	*	*	4	*	*	0		
10	0			0			0			0	0	0	2	*	*	0	0	*	1	*	*
11	0			0			0			0			4	*	*	5	*	*	0	0	0
12	0			0			0			0			5	*	*	4	*	*	0		
13	0			0			0			0			3	*	*	0	0	*	0		
14	0			0			0			0			0	0	*	0	0	0	0		
15	0			0			1	*	*	1	*	*	0	0	*	0			0		
16	0			0			3	*	*	5	*	*	0	0	*	0			0		
17	0			0			2	*	*	0	0	0	0	0	*	0			0		
18	0			0			2	*	*	3	*	*	0	0	*	0			0		
19	0			0			2	*	*	8	*	*	2	*	*	0			0		
20	0			0			0	0	0	22	*	*	2	*	*	0			0		
21	0			0			0	0	0	12	*	*	0	0	*	0			0		
22	0			0			6	*	*	10	*	*	0	0	*	0			0		
23	0			0			10	*	*	10	*	*	10	*	*	0			0		
24	10	*	*	0			8	*	*	10	*	*	20	*	*	12	*	*	0		
25	7	*	*	0			8	*	*	13	*	*	15	*	*	23	*	*	0		
26	5	*	*	0			7	*	*	15	*	*	18	*	*	15	*	*	0		
27	2	*	*	0			6	*	*	18	*	*	15	*	*	15	*	*	0		
28	0	0	*	7	*	*	3	*	*	25	*	*	12	*	*	13	*	*	0		
29	0	0	*	3	*	*	2	*	*	32	*	*	10	*	*	8	*	*	0		
30	0	0	0	1	*	*	2	*	*	35	*	*				0	0	*	0		
31	0						3	*	*	30	*	*				0	0	0			
TOTAL	5	7	3	3	3	2	15	15	10	25	25	23	20	29	13	15	20	10	2	2	2

Ergebnisse: Total der Tage mit Schneebedeckung / Jours avec couverture de neige (0 - A)

A: 85 Tage / jours B: 101 Tage / jours C: 63 Tage / jours

Einsendetermin: 1. Juni / juin

Beobachter / observateur: A. Bernasconi

UNIVERSITAET BERN
GEOGRAPHISCHES INSTITUT
Klimaforschung

UNIVERSITE DE BERNE
INSTITUT GEOGRAPHIQUE
Recherche climatologique

Beobachtungsposten Nr. 4954.1
Poste d'observation no
Winter / hiver 2003/04

MELDEBLATT FUER WINTERBEOBACHTUNG:
FORMULAIRE POUR OBSERVATION D'HIVER:

NEBEL / BROUILLARD

Zu beobachten A Nebel zwischen 07.00 und 08.00 / brouillard entre 07.00 et 08.00
à observer B Zeit der Nebelaufloesung / temps de la dissipation du brouillard

Signaturen 2 Nebel (Sichtweite 0-200 m) / brouillard (visibilité 0-200 m)
signes 1 Nebel (Sichtweite 200-1000 m) / brouillard (visibilité 200-1000 m)
0 Kein Nebel / pas de brouillard
- Nicht beobachtet / pas d'observation

	Ortsname Lieu	Koordinaten Coordonnées	Höhe Altitude	Exposition	Hangneigung Inclinaison	Bemerkungen Remarques
A+B	<u>Sager</u>	<u>629/825 // 214/200</u>	<u>740m</u>	<u>W</u>	<u>20%</u>	<u>offene Hanglage</u>

	September		Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0		0		0		0		0		0		0	
2	0		0		0		0		0	Hoch=bleib	0		0	
3	0		0		0		0		0	Hoch=bleib	0		0	
4	0		0		0		≡1	ab 10.00 Hoch=	0		0		0	
5	0		0		0	Hoch=bleib 17.00	0		0		0		0	
6	0		0		0		≡1	10.00	0		0		0	
7	0		0		0	Hoch=bleib 9.00	0		0		0		0	
8	0		0		0	Hoch=bleib 10.00	0		≡2	9.00	0		0	
9	0		0		0		≡1	bleibt	0		0		0	
10	0		0		0		0		0		0		0	
11	0		0	Hoch=bleib 16.00	≡2	13.00	0		0		0		0	
12	0		≡1	ab 10.00 Hoch=	0		0		0		0	Hoch=bleib 10.00	0	
13	0		0		0		0		0		0		0	
14	0		≡1	ab 11.00 Hoch=	0		0		0		0	Hoch=bleib 11.00	0	
15	0		0	Hoch=bleib 11.00	0		0		0		0	ab 13.00 Hoch=	0	
16	0		0	Hoch=bleib 10.00	0		0		0		0	Hoch=bleib 10.00	0	
17	0		0	Hoch=bleib 10.00	0		0		0		0	Hoch=bleib 10.00	0	
18	0		≡1	ab 10.00 Hoch=bleib	0		0		0		0		0	
19	0		≡2	12.00	0		0		0		0		0	
20	0		0		0		0		0		0	Hoch=bleib 10.00	0	
21	0		0		0		0		0		0		0	
22	0		0		0		0		0		0		0	
23	0		0		0		0		0		0		0	
24	0		0		0		0		0		0		0	
25	0		0		0		0		0		0		0	
26	0		0		0		0		0		0		0	
27	0		0	Hoch=bleib 10.00	0		0		0		0		0	Hoch=bleib 11.00
28	0		0		0		0		0		0		0	
29	0		0		0	ab 10.00 Hoch=	0		0		0		0	
30	0	Hoch=bleib 12.00	0		0		0	Hoch=bleib	0		0		0	
31	0		0		0		0		0		0		0	
TOTAL	0		4		1		3		1		0		0	

Zahl der Nebeltage (Oktober bis März 0 - 1000 m) 9
Jours de brouillard (octobre jusqu'à mars, visibilité 0 - 1000 m)

Erster Frost (fakultativ) - Datum: 8.10.03, kombiniert mit dem ersten *
Première gelée (facultative) - date:

Einsendetermin: 1. Juni / juin

Beobachter / observateur

A. Bernasconi

2. Netz, Methoden, Daten – die Infrastruktur

Dichte des Beobachtungsnetzes – Planung und Zufall

Die Stationskarte bringt es an den Tag: Die räumliche Verteilung der Beobachtungen ist nicht gleichmässig. Vielmehr gleicht sie der Bevölkerungsdichte – und da gibt es weisse Flecken (Abbildung 4). Da aber die Stationen mit Blick auf topoklimatische Eigenheiten eingerichtet wurden und verschiedene Beobachtungsflächen umfassen, sind doch sehr detaillierte Aussagen über regionale Eigenheiten möglich.

Von den Beobachtenden des Netzes erhoffte man sich nicht nur phänologische und topoklimatische Daten, sondern auch eine regional-klimatische Expertise. Lokalhistoriker haben mancherorts eine lange Tradition; Menschen mit einer Raumkompetenz und -erfahrung sind auch für Themen der Umwelt- und Raumplanung gefragt.

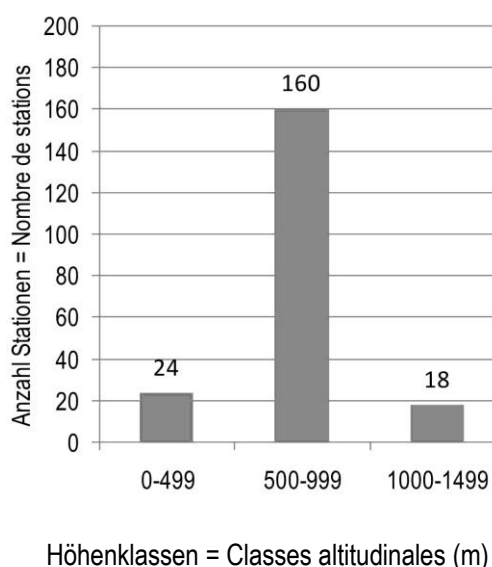
Erste Netzkarten (Abbildung 4) und Stationslisten (Tabelle 3) des Bernischen Klimaprogrammes sind aufgrund der Adresslisten entstanden. Allerdings haben nicht alle Eingeschriebenen auch Daten abgeliefert. Andere machten ihre Beobachtungen nicht am Wohn-, sondern allenfalls am Arbeits- oder Ferienort, zuweilen auch an mehreren Orten, was zu Unstimmigkeiten führt. Spätere Listen (Tabelle 12) und Karten (Abbildung 37) sind verlässlicher. Mancherorts waren auch mehrere Beobachtende in einer Ortschaft tätig, was die Dezimalstelle in der auf Postleitzahlen beruhenden Nummerierung aussagt. In jedem Fall erlauben die Koordinaten eine eindeutige Verortung der Standorte. Für die Integration von Punktdaten in einen internationalen Datenbestand müssen die Landeskoordinaten vom Format LV03/CH1903, *Swiss Grid* oder LV95 in Globalkoordinaten (WG84) umgerechnet werden.

2 Réseau, méthodes, données – l'infrastructure

La densité du réseau d'observation – planification et hasard

La carte des stations révèle une répartition irrégulière, qui reflète en particulier la densité de la population, avec de nombreuses taches blanches (Figure 4). Comme les stations ont été installées en tenant compte des conditions topoclimatiques et comportent chacune des observations sur plusieurs emplacements spécifiques, il est donc possible de dégager des particularités régionales très détaillées.

BernClim-Stationen: Höhen und Regionen



Stations BernClim: altitudes et régions

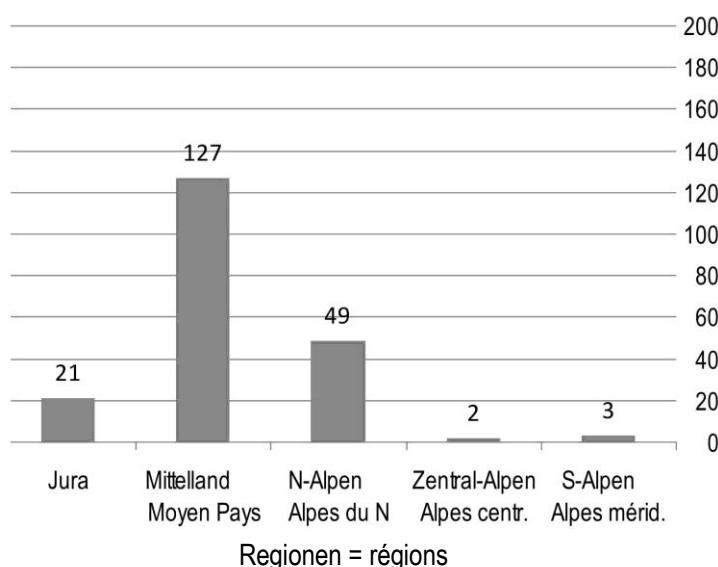


Abbildung 6: Verteilung der Stationen des Beobachtungsnetzes (1970-2011, links nach Höhenlage, rechts nach Regionen).

Figure 6: Répartition des stations du réseau d'observation (1970-2011, à gauche selon les altitudes, à droite selon les régions).

Die Beobachtungsanleitungen – Grundstein der Datenqualität

Die dreisprachige Anleitung (JEANNERET 1970) wurde derjenigen des Phänologischen Atlas von PRIMAULT et al. (ab 1957) entnommen, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten (beispielsweise mit Karten von PRIMAULT 1984 und dem phänologischen Kalender von DEFILA 1992). Gleichzeitig können Daten des gesamtschweizerischen Netzes zur Ergänzung verwendet werden. Seit 2003 gilt für die Stationen von MeteoSchweiz wie für BernClim die Anleitung von BRÜGGER und VASELLA (2003), die auch für die Beobachtenden des BernClim-Netzes empfohlen wurde. Einige Beobachtende sind gleichzeitig für beide Institutionen tätig. Auch die Anleitung für die Winterbeobachtungen entspricht den Normen für die Klimastationen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (heute MeteoSchweiz, GENSLER und MEIER 1970).

Les instructions pour les observations – fondement de la qualité des données

Les instructions en trois langues (JEANNERET 1970) ont été extraites de l'Atlas phénologique de PRIMAULT et al. (dès 1957) pour permettre une comparaison (par exemple avec les cartes de PRIMAULT 1984 et le calendrier phénologique de DEFILA 1992). En même temps, des données existantes du réseau suisse peuvent être utilisées comme complément. Depuis 2003, ce sont les nouvelles instructions de BRÜGGER et VASELLA (2003) qui sont valables pour les stations de MétéoSuisse; les observateurs et observatrices du réseau BernClim, dont certains effectuent des relevés pour les deux institutions, sont également encouragés à les suivre. Les instructions pour les observations en hiver correspondent elles aussi aux normes des stations climatologiques de l'Institut suisse de météorologie (actuellement MétéoSuisse, GENSLER et MEIER 1970).

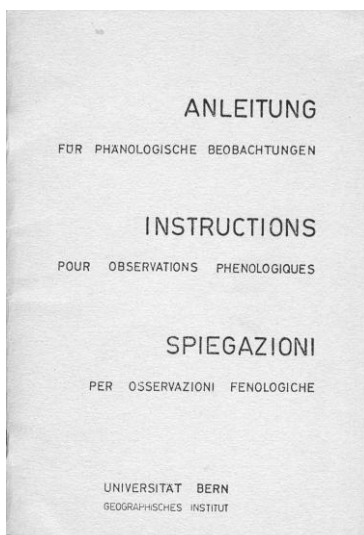
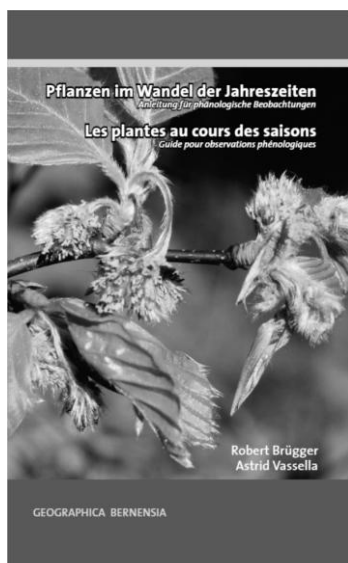
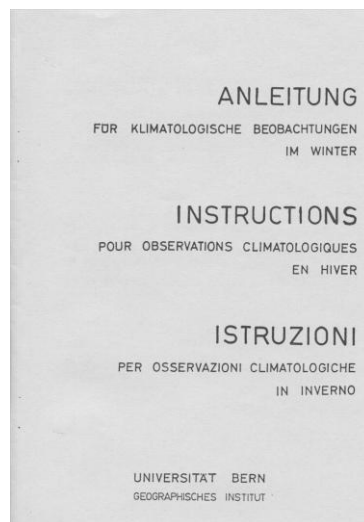
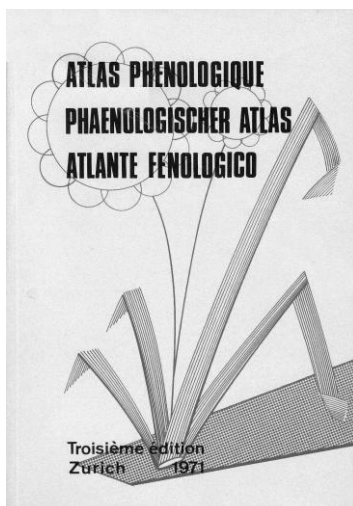


Abbildung 7: Die Anleitungen der MeteoSchweiz (PRIMAULT et al. 1975, BRÜGGER und VASELLA 2003) und für das Berner Netz BernClim (JEANNERET 1970).

Figure 7: Les instructions de MétéoSuisse (PRIMAULT et al. 1975, BRÜGGER et VASELLA 2003) et du réseau bernois BernClim (JEANNERET 1970)

Experimente, Erfahrungen und erste Ergebnisse

Fehlende Erfahrung liess es zu Beginn ratsam erscheinen, sofort die eingehenden Beobachtungen einer Auswertung zu unterziehen, um die Methoden kennen zu lernen und wenn nötig zu verbessern. Erste Kartierungen (Abbildung 14) erlaubten, die Anforderungen an die Daten zu erkennen. Nach den ersten Erfahrungen mit dem Beobachtungsprogramm wurde dieses optimiert. Um allen Interessierten – Auftraggeber, Beobachtende, Forschende – die ersten Ergebnisse bekannt zu machen und einer Diskussion zu unterbreiten, wurde eine eigene Publikationsreihe geschaffen, die „Beiträge zur klimatologischen Grundlagenforschung“ und ab 1972 die „Informationen und Beiträge zur Klimaforschung“ (Abbildung 8).

Die gelben Hefte

Expérimentations, expériences et premiers résultats

Par manque d'expérience, les observations furent analysées dès le début, afin de mieux connaître et si nécessaire de mettre au point les méthodes appliquées. Le programme des observations fut également optimisé selon les premières expériences. Pour diffuser les résultats au fur et à mesure parmi toutes les personnes intéressées – les commettants, les observateurs et les chercheurs – et pour les soumettre à la discussion, une nouvelle série de publications fut créée, les « *Matériaux pour la recherche des bases climatiques* », remplacée à partir de 1972 par les « *Contributions à la recherche climatologique* » (Figure 8).

Les cahiers jaunes

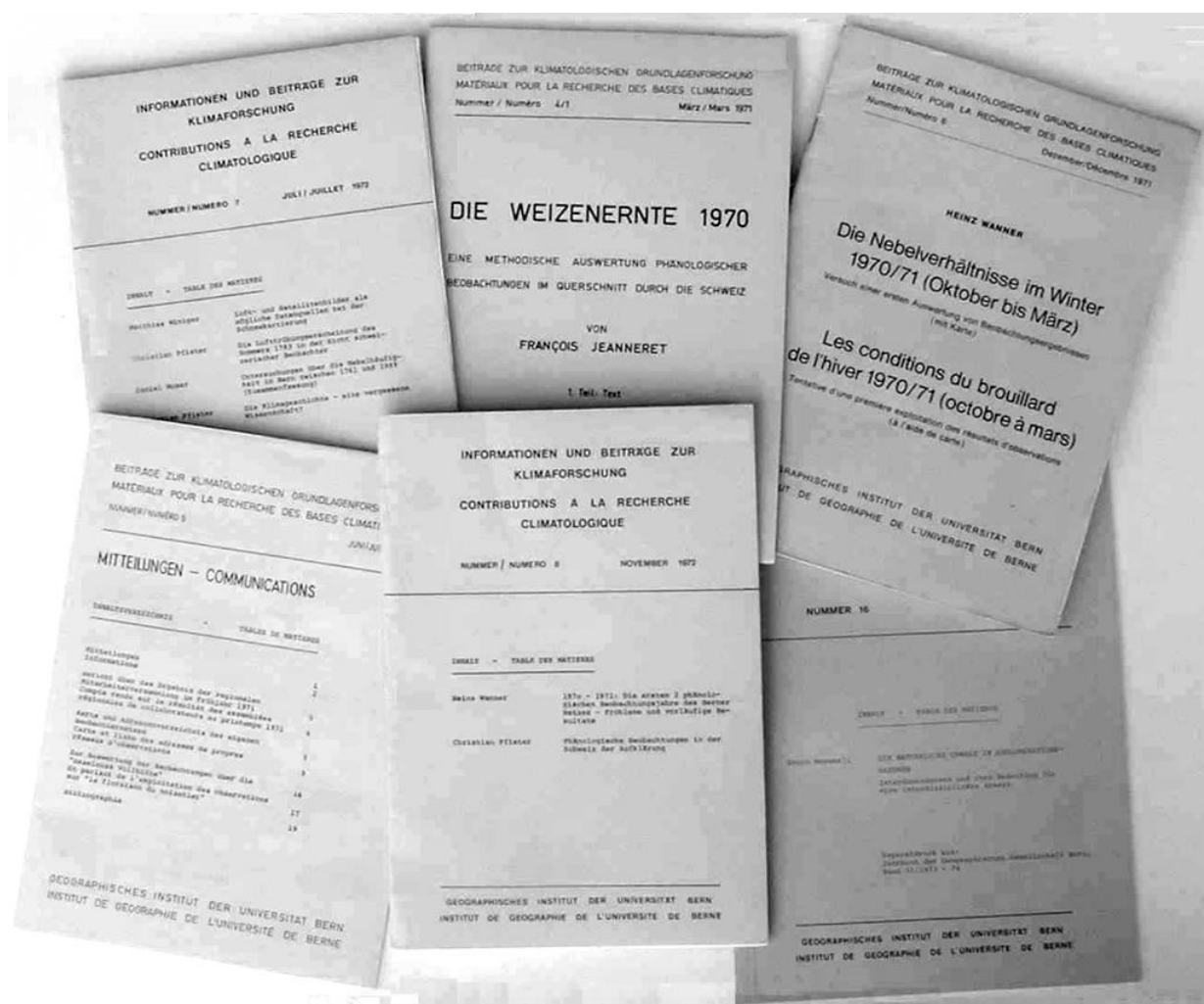


Abbildung 8: Die „gelben Hefte“ als Publikationen zum bernischen Klimaprogramm erschienen von 1970 bis 1978 (17 Nummern).

Figure 8: Les « cahiers jaunes », publication du programme climatique bernois, parus de 1970 à 1978 (17 numéros).

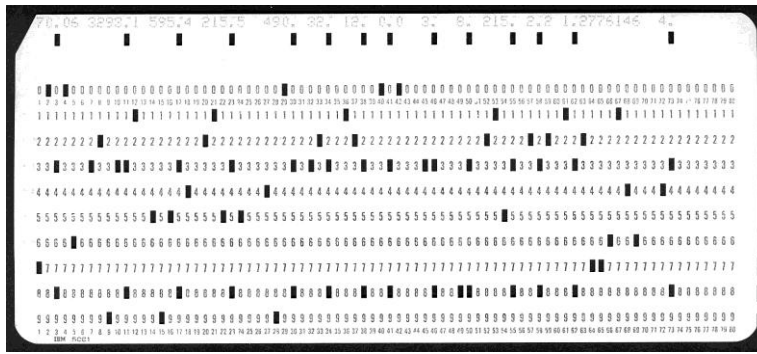


Abbildung 9: Auf einer IBM-Lochkarte standen 80 Stellen zur Verfügung, die für Daten und Programmcodes verwendet werden konnten.

Figure 9: Sur une carte perforée IBM, 80 signes étaient disponibles pour des données ou les codes de programme.

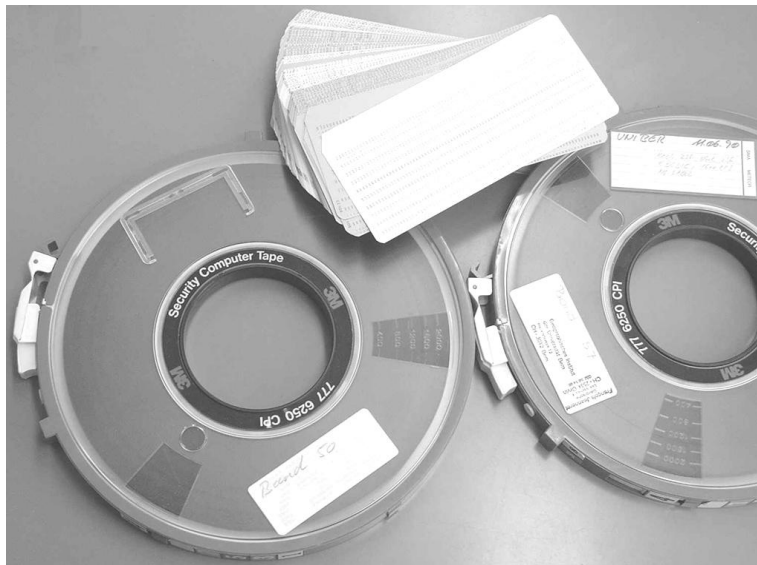


Abbildung 10: Lochkarten und Magnetbänder als Datenträger seit den 1960er und 1970er Jahren.

Figure 10: Cartes perforées et bandes magnétiques comme support informatique dès les années 1960 et 1970.

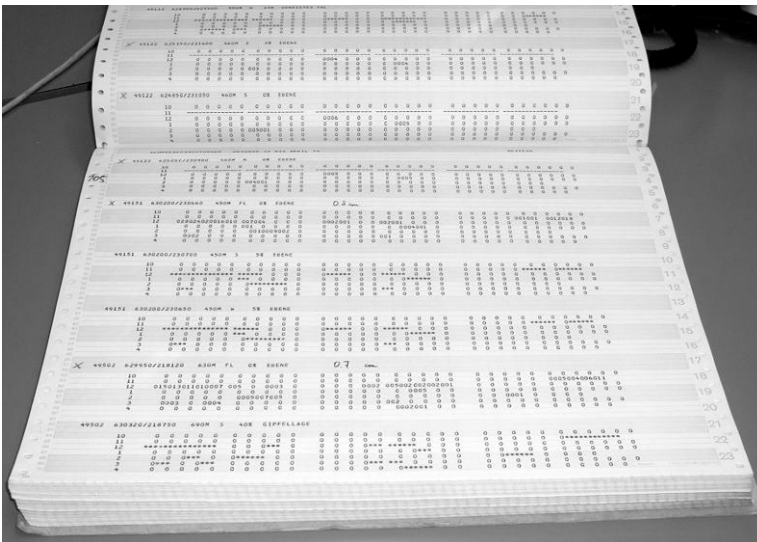


Abbildung 11: Ausdrücke wie beispielsweise auf Endlosformularen stellen möglicherweise die dauerhafteste Form für eine Archivierung dar.

Figure 11: Les listes imprimées comme par exemple ici sur formulaires sans fin sont peut-être la forme la plus résistante pour les archives.

Diese ersten Auswertungen ermöglichten es, das Programm zu straffen und zu optimieren. So wurde der Aufwand für Beobachtende reduziert. Ferner konnten besonders heikle Phasen gestrichen werden, wie etwa das Datum der Heuernte (MESSERLI 1978). Die Blüte des Huflattichs wurde durch die Hasel ersetzt, weil letztere weiter verbreitet ist. Die ergänzenden und freiwilligen zusätzlichen Phasen (Blattentfaltung und Blattabfall der Buche, Pflanzung, Blüte und Ernte der Kartoffeln, Blüte des roten Holunders, Fruchtreife des Vogelbeerbaumes) wurden gestrichen, weil zu wenig Daten erhoben wurden.

Erste Kartierungsversuche waren ein Übungsfeld für die Methoden der räumlichen Interpolation (JEANNERET 1971, VOLZ 1976, WANNER 1976, Abbildung 12). Neben einzelnen Phasen wurden im Sinne einer komplexeren Auswertung auch die Vegetationsperiode dargestellt (WANNER 1973, Abbildung 15). Die Ergebnisse und deren Vorbehalte wurden später weitgehend bestätigt (BIERI 2005).

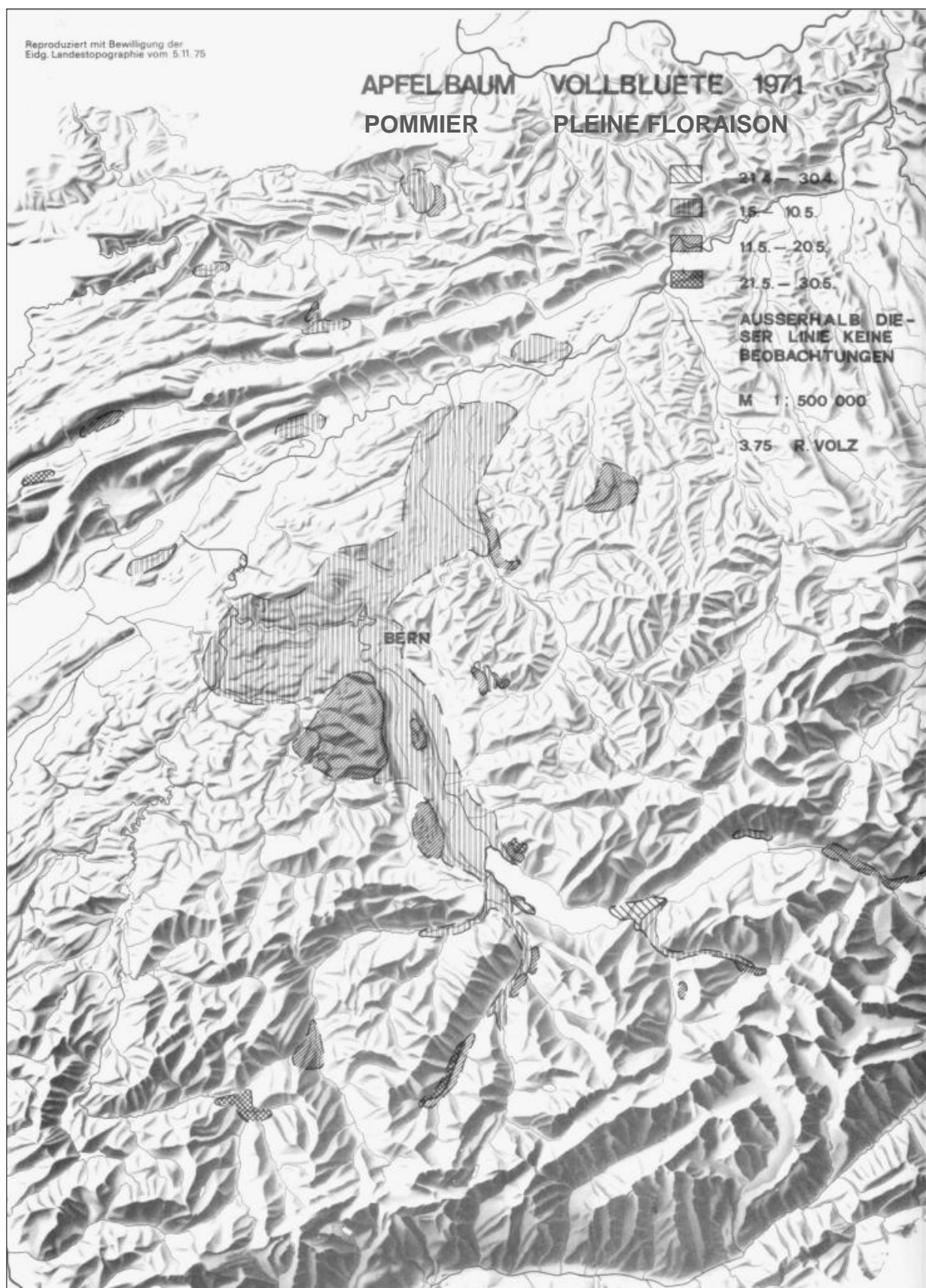
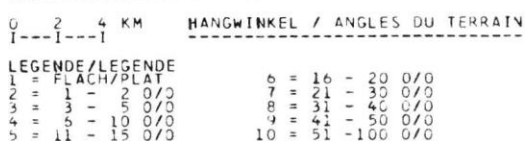
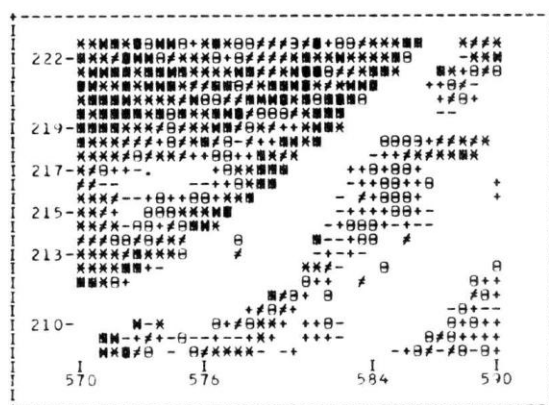
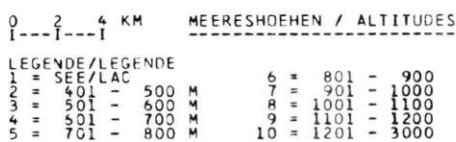
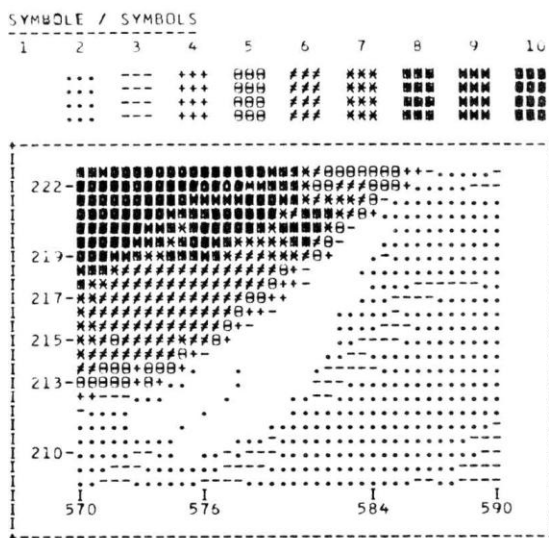


Abbildung 12: Mit Jahreskarten des Beobachtungsgebietes werden beobachtete Flächen für sämtliche phänologischen Phasen und die vier Jahre der Initialphase dokumentiert (VOLZ 1979).

Figure 12: Toutes les phases phénologiques des quatre années de la phase initiale sont documentées par des cartes annuelles des surfaces observées (VOLZ 1979).

Immerhin erlaubten Matrixdrucker der 1970er-Jahre erste Gehversuche in Computer-Kartographie. Mit dem Aus- und Überdruck von Buchstaben und Zeichen konnten unterschiedlich dunkle Rasterpunkte dargestellt werden. Bei einem gegebenen Zeichenabstand von $\frac{1}{10}$ Zoll (ca. 2,6 mm) und einem Zeilenabstand von $\frac{1}{8}$ Zoll (ca. 3,2 mm) sowie in einem angestrebten Massstab von ca. 1: 200'000 entspricht der Zeilenabstand 541 m in Nord-Süd- und der Zeichenabstand 674 in West-Ost-Richtung (JEANNERET 1974). Diese Werte wurden für das Testgebiet um den Bielersee für drei Variablen ermittelt (Meereshöhe, Hangneigung und Exposition) und topographischen Karten entnommen (23 Zeilen zu 38 Werten für total 874 Punkte). Eine lineare Regression mit 35 Beobachtungen innerhalb des Testgebietes und 15 weiteren Daten in der Nähe wurde für die Weizenernte 1970 ermittelt (JEANNERET 1971). Erst viel später wurden im Rahmen von üblichen Geographischen Informationssystemen GIS neue Generationen von Karten mit BernClim-Daten erzeugt (KOTTMANN 2007, 2008, INDERMÜHLE 2011, BLATTER 2011, siehe Anhang).

Chloroplethenkarten



Cartes à chloroplèthes

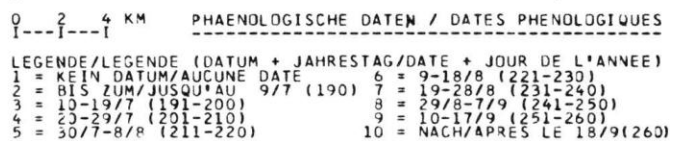
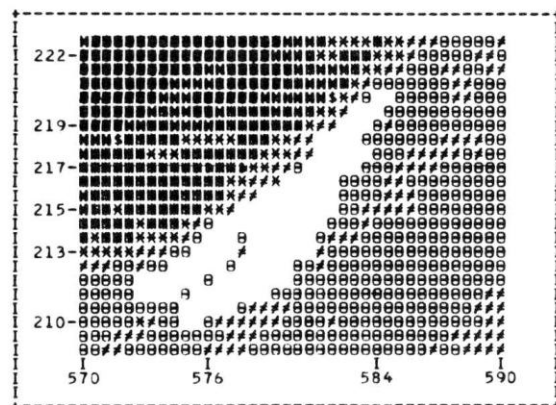
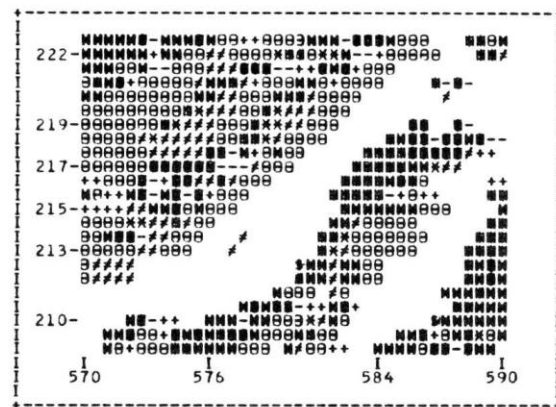


Abbildung 13: Chloroplethen-Karte aus dem Jahre 1973 – die Weizenernte im Seeland, rekonstruiert aus Beobachtungen und interpoliert mittels linearer Regressionen (aus JEANNERET 1974, verändert).

Figure 13: Carte à chloroplèthes datant de 1973 – la moisson du blé dans le Seeland, reconstituée à partir d'observations et interpolée à l'aide d'un calcul de régression linéaire (tiré de JEANNERET 1974, modifié).

Datenkontrolle und Korrekturen – die Jagd auf Fehler

Die Kontrolle der Daten ist bei jeder Erhebung wichtig. Die Daten der vier ersten Jahre – 1,5 Millionen Beobachtungen – wurden intensiv kontrolliert, was einen unerwartet hohen Aufwand bedeutete (MESSERLI 1978: 14). Die Erfahrungen haben sich später insofern nicht in gleichem Mass wiederholt, als dass dank der zunehmenden Erfahrung der Beobachtenden die Datenqualität sich spürbar verbesserte. Allerdings haben sich vermutlich Erfassungsfehler eingeschlichen, da die Daten durch sehr viele verschiedene Personen aufgenommen wurden. Eigentlich wäre eine doppelte Aufnahme mit einem Abgleich notwendig, um diese Art Fehler weitgehend auszumerzen.

Contrôles des données et corrections – la chasse aux erreurs

Le contrôle de données est indispensable pour tout recensement. Les données des quatre premières années – 1,5 millions d'observations – ont été vérifiées de manière intense, ce qui représenta un investissement important inattendu (MESSERLI 1978). Ces expériences ne se sont pas reproduites par la suite dans le sens que grâce à l'expérience des observatrices et observateurs, la qualité s'est sensiblement améliorée. Cependant, des fautes de saisie sont nombreuses, puisque les données ont été digitalisées par de nombreuses personnes différentes. En principe, une saisie double serait nécessaire, pour sensiblement réduire ce genre d'ennui.

Die möglichen Fehlerquellen phänologischer Beobachtungen wurden anlässlich der Bearbeitung von historischen Daten systematisch aufgelistet (VASSELLA 1997, Abbildung 14). Diese Darstellung hat ohne Zweifel auch für Daten der Gegenwart Gültigkeit. Weitere Möglichkeiten einer Überprüfung wurden von BUCHER (1993) vorgeschlagen, während BRÖNNIMANN et al. (2006) Richtlinien für die Digitalisierung von Klimadaten vorlegten. In jedem Fall ist eine akribische Überprüfung notwendig, und zuweilen ist nach wie vor detektivische Eingebung gefragt, um nach Jahren und Jahrzehnten Daten aufzuspüren, zu verifizieren und zu vervollständigen.

Die BernClim-Daten wurden in verschiedenen Phasen unterschiedlich kontrolliert und korrigiert:

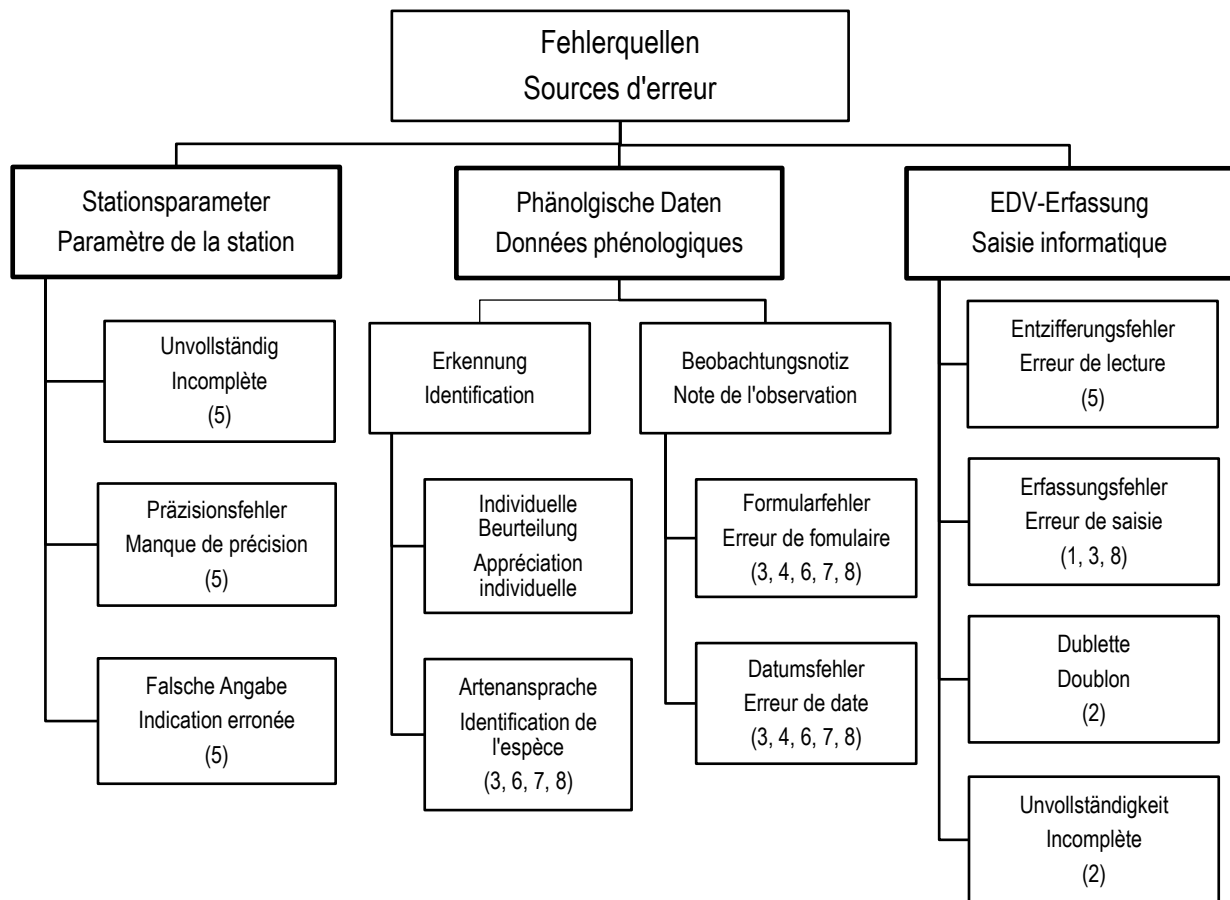
- 1973 bis 1976 anlässlich der Aufnahme auf Lochkarten der Daten der vier ersten Jahre – Prüfungen und Korrekturen (VOLZ, WANNER und WITMER in MESSERLI et al. 1978),
- 2005, 2007 und 2011 eingehenden Kontrolle und Standardisierungen von langen Reihen,
- 2005 bis 2011 im Rahmen des Phänologiepraktikums Erhebung der Metadaten von etwa 75 Stationen, Verifikation auf Karten und im Feld, Ergänzungen und graphische Darstellungen der Daten, von langen Reihen und kleinen Regionen (siehe Kapitel 4 und Anhang),
- 2009 Erarbeitung von zwei Paketen mit dem Statistikprogramm R, welche Qualitätskontrolle, Datenmanagement, Datenkontrolle sowie statistische und kartographische Auswertungen erlauben (BernClim R-Tool, KOTTMANN 2009).

Mit der Kontrolle konnte die Datenqualität allgemein verbessert werden. Mit den BernClim-Tool ist es auch möglich, einzelne Reihen zu ergänzen und damit die abnehmende Stationsdichte zu kompensieren oder Daten zu rekonstruieren. Allerdings steht eine übergreifende und einheitliche Datenkontrolle aller Bestände noch aus. Diese wird einhergehen mit einer zweiten, vollständig neuen Erfassung der Beobachtungsdaten ab Originalformularen (nach BRÖNNIMANN et al. 2006).

Eine wichtige Möglichkeit für die Datenkontrolle und die Darstellung im Rahmen eines Geographischen Informationssystems GIS ist der Einbezug von Daten der nationalen Netze der MeteoSchweiz, welche inner- und ausserhalb des BernClim-Perimeters zur Verfügung stehen. Da die Kompatibilität der Daten der beiden Institutionen seit Beginn des Programmes angestrebt wurde, ist dieser Schritt ohne weiteres möglich. Es stehen 24 phänologische nationale Stationen innerhalb des Kantons Bern und 68 in benachbarten Gebieten zur Verfügung (Stand 2007). Allerdings wurde das phänologische Beobachtungsprogramm der MeteoSchweiz 1996 neu gestaltet, gewisse Phasen wurden gestrichen (z. B. die Weizenernte), andere kamen neu dazu (BRÜGGER und VASSELLA 2003). Auch eine Verlängerung der Reihen mithilfe von MeteoSchweiz-Daten ist möglich, welche seit 1951 erhoben wurden.

Fehler- und Korrekturmöglichkeiten

Erreurs et corrections possibles



1. Kontrolle auf Entzifferungs- und Erfassungsfehler während der EDV-Erfassung
2. Kontrolle auf Dubletten fehlender Beobachtungsjahre
3. Kontrolle auf falsche Phasenabfolge (z.B. Datum „erste Blüte“ nach Datum „Allg. Blüte“)
4. Kontrolle auf fehlende Phasenabfolge (z.B. Datum „erste Blüte“ identisch mit Datum „allg. Blüte“)
5. Kontrolle auf widersprechende oder fehlende Stationsparameter, Verifikation auf topographischen Karten
6. Kontrolle auf Extremwerte der einzelnen Phasen
7. Graphischer Vergleich derselben Phänophasen zwischen den Zeitreihen benachbarter Stationen
8. Graphischer Vergleich zwischen den Zeitreihen zeitliche nahe beieinander liegender Phänophasen der einzelnen Stationen

1. Contrôle des erreurs de lecture et de saisie durant la saisie informatique
2. Contrôle des doublons d'années d'observation manquantes
3. Contrôle de successions erronées de phases (p. ex. date « première fleur » avant « floraison générale »)
4. Contrôle de successions manquantes de phases (p. ex. date « première fleur » identique à date « floraison générale »)
5. Contrôle de paramètres de station erronés ou manquants, vérification sur cartes topographiques
6. Contrôle de valeurs extrêmes de phases
7. Comparaison graphique de séries d'une même phase avec des stations avoisinantes
8. Comparaison graphique de séries de phases phénologiques rapprochées d'une station

Abbildung 14: Mögliche Fehlerquellen und Datenkontrollen (Nummern in Klammer, nach VASSELLA 1997, verändert).

Figure 14: Sources d'erreur possibles et contrôles des données (numéros entre parenthèses, d'après VASSELLA 1997, modifié).

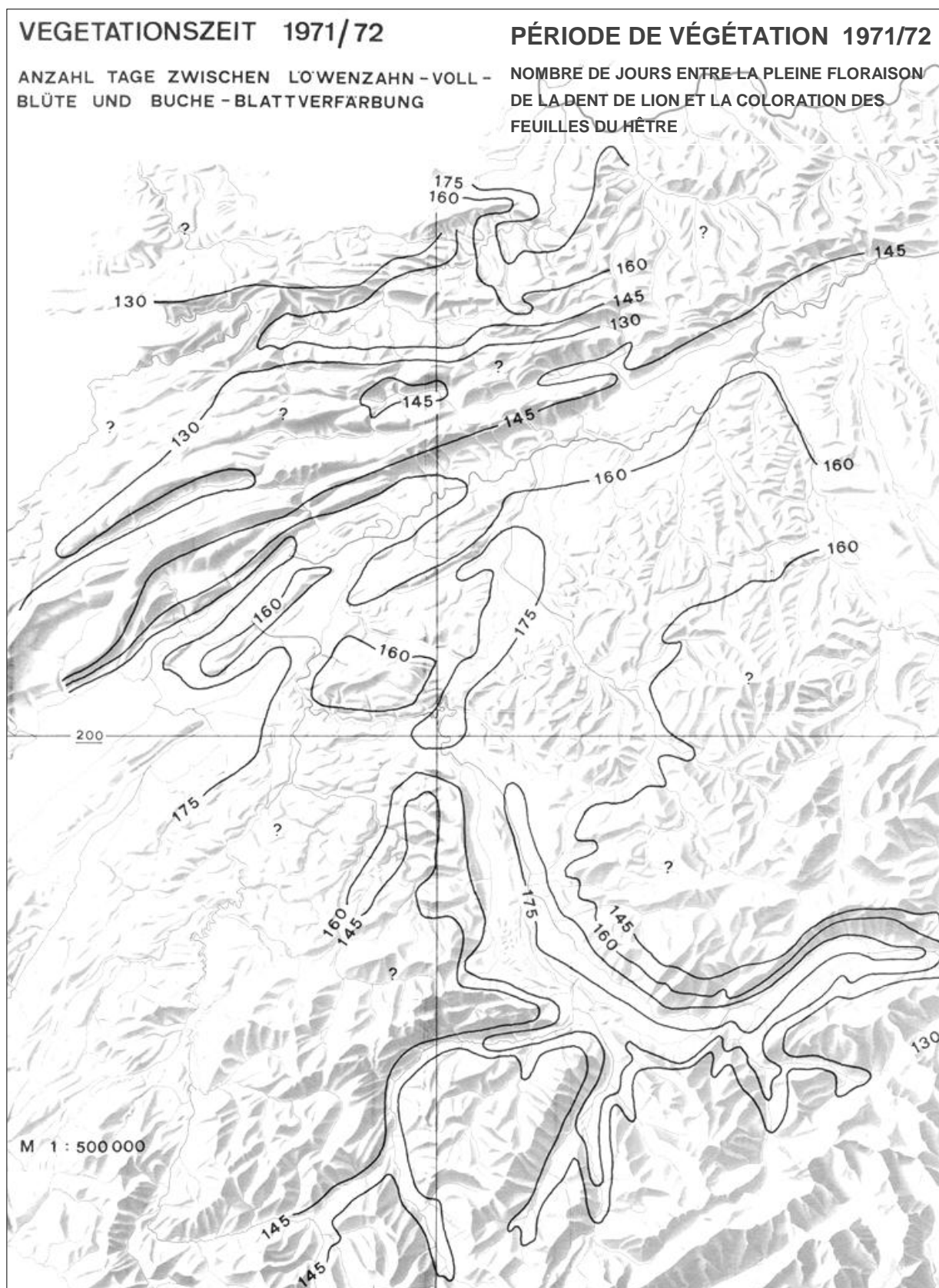
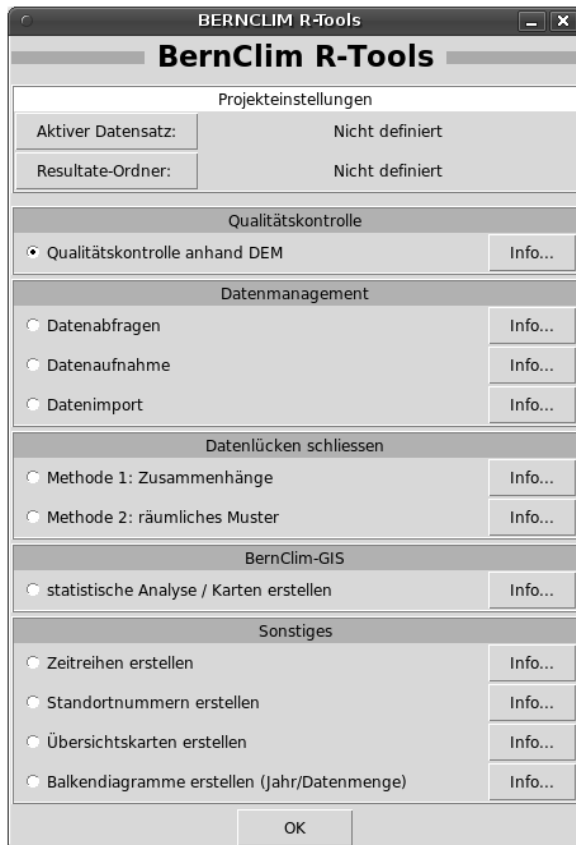


Abbildung 15: Die Darstellung der phänologischen Vegetationsperiode stellt eine Möglichkeit zur Veranschaulichung komplexer Ergebnisse dar (Tage zwischen der Löwenzahn Blüte und Buche Blattverfärbung, verkleinert aus WANNER 1973).

Figure 15: La représentation de la période de végétation phénologique permet de montrer la complexité des résultats (période entre la floraison de la dent de lion et la coloration du hêtre, réduit, tiré de WANNER 1973).

Werkzeugkasten auf Mass – BernClim-Daten auf dem Prüfstand

Die phänologischen Daten von BernClim können mit einem eigens programmierten Paket bearbeitet werden. Diese Verarbeitung wurde mit dem Statistik-Programm R vorgenommen und auf die Bedürfnisse der Aufnahme, Verarbeitung, Kontrolle, Ergänzung (Abbildung 16), Auswertung und graphische und kartographische Darstellung der Daten ausgerichtet (Dokument 5).



Dokument 5: Möglichkeiten des Werkzeugkastens BernClim-R-Tools.

Boîte à outils sur mesure – les données BernClim sur la sellette

Les données phénologiques du réseau BernClim peuvent être traitées avec un outil programmé sur mesure. Ce traitement a été réalisé avec le logiciel de statistique R et répond aux besoins de la saisie, du traitement, du contrôle, de l'extension (Figure 16), de l'analyse et de la représentation graphique et cartographique des données (Document 5).

Outils R pour BernClim

Ajustage du projet

- Jeu de données actif
- Répertoire des résultats

Contrôle de la qualité

- Contrôle avec modèle numérique de terrain (MNT)

Gestion des données

- Recherche de données
- Saisie de données
- Importation de données

Comblen les lacunes

- Méthode 1: relations
- Méthode 2: modèle spatial

SIG BernClim

- Analyse statistique / établissement de cartes

Divers

- Générer des séries
- Générer des numéros d'emplacement
- Générer des cartes d'ensemble
- Générer des histogrammes (année/nombre de données)

Document 5: Possibilités de la boîte à outils BernClim-R-Tools.

Beobachtete und rekonstruierte Daten

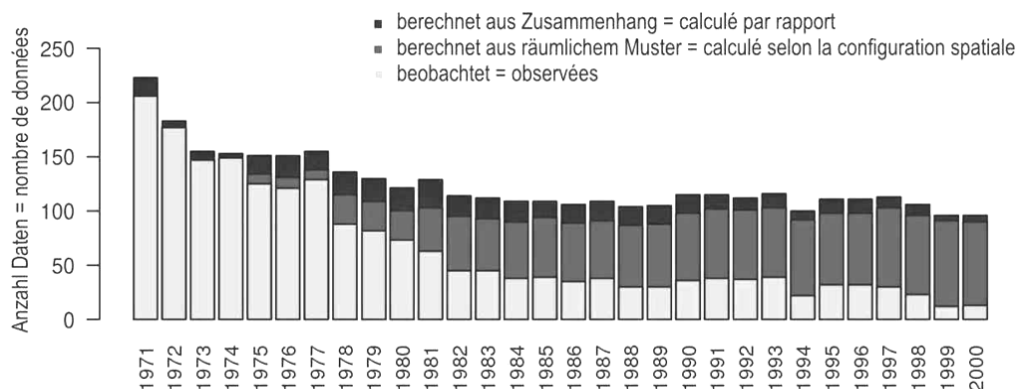


Abbildung 16: Beobachtete und berechnete Daten für die allgemeine Blüte des Löwenzahns (aus KOTTMANN 2009).

Données observées et reconstituées

Figure 16: Données observées et calculées pour la floraison générale de la dent de lion (tiré de KOTTMANN 2009).

3. Der Raum unter Beobachtung – die Kartierung

Nach vier Beobachtungsjahren – eine topoklimatische Auswertung

Auswertungen und Kartierungen der Beobachtungen von 1971 bis 1974 vermitteln ein erstes Bild der topoklimatischen Bedingungen des kontrastreichen Raumes von Jura, Mittelland und Alpen. Jede der ausgeschiedenen Klimaregionen wurde charakterisiert. Das so erworbene Bild konnte durch neuere Arbeiten differenziert werden.

In erster Linie wurden die Ergebnisse der ersten Jahre für den damaligen Auftraggeber aufgearbeitet: das kantonale Amt für Raumplanung (VOLZ 1978). Dabei wurden die Daten von fünf Jahren (1970 bis 1975) systematisch erfasst und kartographisch dargestellt. Diese – zwar noch kurze – Reihe gestattete die Erarbeitung interessanter Ergebnisse. Insbesondere waren die gewonnenen Erkenntnisse für planerische Anwendungen geeignet, die zusammen mit den Auswertungen von Schnee- und Nebelbeobachtungen (WITMER 1978 und WANNER 1978, VOLZ, WITMER, WANNER in MESSERLI et al. 1978) sowie für eine klimatische Regionalisierung des Kanton Bern herangezogen wurden (VOLZ, WITMER + WANNER 1978, als Beispiel Abbildung 18).

Pflanzenphänologische Phasen – Saisonalität der Vegetationsperiode

Während erste Kartierungsversuche an einzelnen Jahren mit Isophanen (Linien gleichen Eintrittsdatum) erfolgten, legte VOLZ (in MESSERLI et al. 1978, Dokument 6) Karten aufgrund von Quartilen vor, welche frühe, mittlere und späte Daten einschlossen als willkürliche gewählte Klassen. Die kartographische Darstellung (Abbildung 18) aufgrund der Quartilstatistik ermöglicht so eine stärkere Verallgemeinerung als die Darstellung

3 L'espace sous observation – le relevé

Après quatre ans d'observations – une analyse topoclimatique

Les analyses et cartes des observations de 1971 à 1974 offrent un premier aperçu des conditions topoclimatiques de l'espace contrasté entre le Jura, le Moyen Pays et les Alpes. Chacune des régions climatiques ainsi définies a été caractérisée. Cette image a ensuite pu être différenciée et détaillée par de nombreux travaux récents.

Phases phyto-phénologiques – la saisonnalité de la période de végétation

Tandis que les premières cartes expérimentales se basaient sur les isophanes (lignes des mêmes dates), les cartes de VOLZ (in MESSERLI et al. 1978, Document 6) représentèrent les quartiles, et donc les observations précoces, normales et tardives. La représentation cartographique (Figure 18) dans le cadre de statistiques de quartiles permet une généralisation plus poussée que la représentation des dates moyennes – et par conséquent

4000 phänologische Daten aus 5 Sommerhalbjahren 1970/74, zusammengesetzt aus maximal 658 bis minimal 77 beobachteten Standorten pro Ereignis und pro Jahr, zeigen die Datenfülle und die Datenprobleme des Programmes. In drei Karten (Apfelbaum-Vollblüte als Frühlingereignis, Weizenernte als Sommerereignis und Buche-Blattverfärbung als Herbstereignis) werden die wichtigsten Ergebnisse mit Hilfe einer Quartil-Einteilung methodisch geschickt zusammengefasst, so dass gleiche Standorte auch bei ungleichen Phaseintritten über Jahre hinweg miteinander verglichen werden können. Damit erhalten wir für den Kanton Bern eine Naturraumgliederung, die nicht nur übergreifende und dominierende Gesetzmässigkeiten zeigt, sondern vor allem auch Gunst- und Ungunstzonen erkennen lässt, die planerisch und politisch von Bedeutung sind (vgl. z.B. kurze Vegetationsperioden im Jura, Differenzen zwischen verschiedenen Alpentälern usw.).

Dokument 6: Zusammenfassung der Auswertungen der phänologischen Daten 1970 bis 1974 (aus VOLZ in MESSERLI et al. 1978: Kapitel 2; Abbildung 17).

Document 6: Résumé de l'exploitation des données phénologiques de 1970 à 1974 (tiré de VOLZ in MESSERLI et al. 1978: chapitre 2, Figure 17).

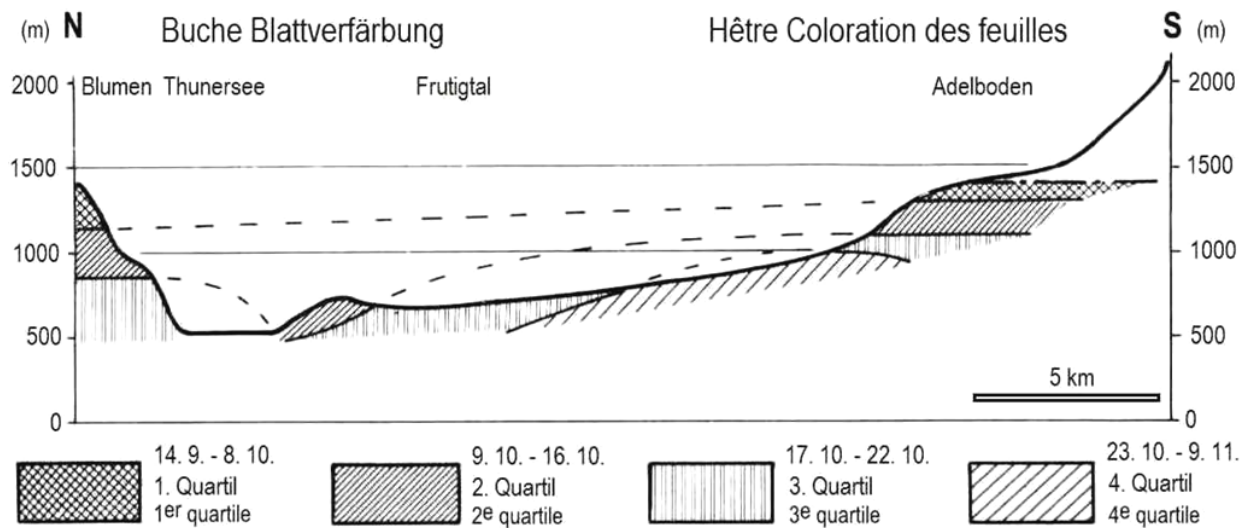


Abbildung 17: Profil der Buche Blattverfärbung, Mittel für die Jahre 1970-1974, dargestellt in Quartilen (aus VOLZ in MESSERLI et al. 1978, verändert). Im Durchschnitt dieser Jahre entwickelt sich die Herbstverfärbung von oben nach unten.

Figure 17: Coupe de la coloration des feuilles du hêtre. Pour les années 1970-1974, représentée en quartiles (tiré de VOLZ in MESSERLI et al. 1978, modifié). En moyenne de ces années, la coloration des feuilles évolue du haut vers le bas.

von mittleren Daten und damit eine vertiefte klimatische Aussage, insbesondere für eine derart kurze Beobachtungsperiode.

une affirmation climatique plus fondée, en particulier pour une période d'observation si courte.

Schon frühe Auswertungen von Daten wurden mit phänologischen Profilen illustriert (VOLZ in MESSERLI et al. 1978, Abbildung 17). Auch in späteren Arbeiten wurden die topoklimatisch bedingten Abläufe des phänologischen Geschehens anhand von Profilen aufgezeigt. Allerdings betrafen diese Untersuchungen nun einen längeren Zeitraum (1970-1990), aber blieben immer noch exemplarische, regionale Bearbeitungen. Detailliertere Auswertungen wurden insbesondere für den Faltenjura und den Jurasüdfuss vorgelegt, welche mit Querschnitten jahreszeitliche Abläufe in verschiedenen Landschaften dieses Mittelgebirgsraumes dokumentiert wurden (JEANNERET 1991a und 1991b, BUCHER und JEANNERET 1993, Abbildung 19). Die Profile der fünf Phasen für die Beobachtungsdauer von 1970 bis 1989 (Abbildung 19) zeigen die mittleren regionalen Gradienten, welche mit einer linearen Regression ermittelt wurden. Damit lassen sich unterschiedliche topoklimatische Bedingungen im Verlauf der Jahreszeiten beispielsweise zwischen tieferen Lagen am Jurasüdfuss, im Faltenjura und im Delsberger Becken illustrieren (JEANNERET 1991, BUCHER und JEANNERET 1994, BIERI 2005). Ab 1991 kamen weitere regionale Auswertungen dazu (siehe Bibliographie).

Der Herbst ist phänologisch weniger gut zu fassen als der Frühling (PRIMAULT 1984, RÖTHLISBERGER 2010). VOLZ (in MESSERLI et al 1978) stellte fest, dass weder die Höhe noch die Exposition deutlichen Einfluss auf den Ablauf der Laubverfärbung der Buche aufzeigt. Für die Jahre 1970 bis 1974 ist vor allem im Jura ein Beginn der Verfärbungen auf den Höhen und ein späterer Eintritt in tieferen Lagen festzustellen. Für die Untersuchung langer Reihen in regionalem Kontext drängt sich eine Unterscheidung des Ablaufs über die Höhenunterschiede auf. Während sich die Frühlingsphasen allermeistens von unten nach oben fortpflanzen, können sich Herbstphasen sehr unterschiedlich entwickeln. BLATTER (2011) stellt für die Blattverfärbung der Buche vier Typen auf, nach welchen sich jeder Herbst in einer Region mit einem erheblichen Höhenspektrum einordnen lässt:

1. Aufwärts (von unten nach oben),
2. Abwärts (von oben nach unten),
3. Synchron (ungefähr gleichzeitig),
4. Indifferent (nicht eindeutig zuzuordnen).

Dabei konnten auch aufschlussreiche regionale Unterschiede festgestellt werden. Auffallend ist aber dass sich in verschiedenen Regionen der Ablauf im selben Jahr unterschiedlich manifestiert (Karten im Anhang).

Höhengradienten beziehen sich stets auf einen beschränkten Perimeter und sind regionsspezifisch. Dies bedeutet, dass für jeden Gültigkeitsbereich ein eigener Gradient angewendet werden muss (Abbildung 20). Am Übergang von einer Region zur andern müssen demnach fließende Übergänge eingebaut werden (KOTTMANN 2009).

Jahrbuch der
Geographischen Gesellschaft von Bern

Beiträge zum Klima des Kantons Bern

Band 52/1975–76

Redaktion: K. Aerni

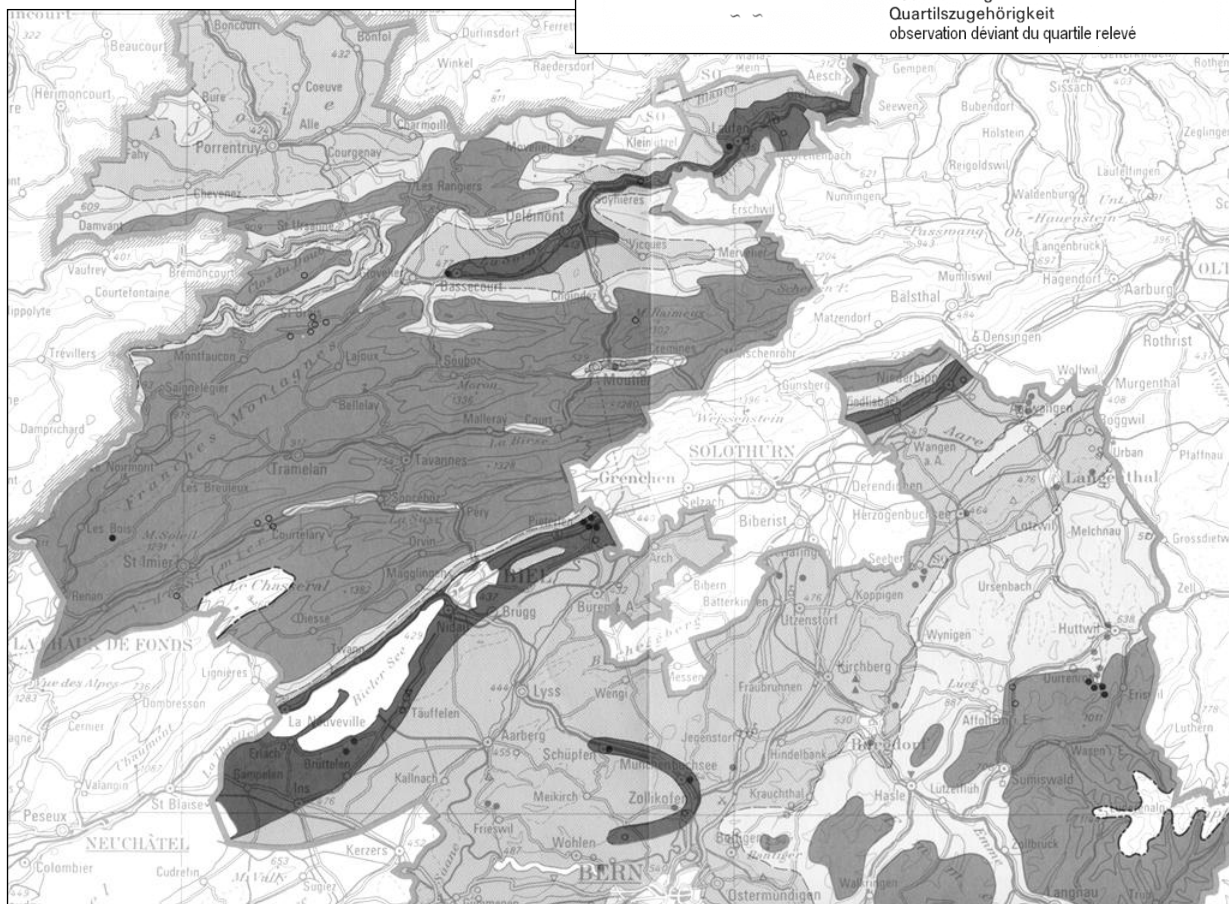


Abbildung 18: Karte der Apfelblüte 1971-1974. Ausschnitt im Norden des Kantons Bern innerhalb Grenzen von 1974 mit Darstellung der Quartile (reduziert und übersetzt aus VOLZ in MESSERLI et al. 1978).

Figure 18: Carte de la floraison des pommiers de 1971 à 1974. Fragment septentrional de la carte du canton de Berne dans ses frontières de 1974, par quartiles (réduit, tiré et traduit de VOLZ in MESSERLI et al. 1978).

Ein Landschaftsquerschnitt vom nördlichen Mittelland durch den Kettenjura ins Delsberger Becken offenbart grosse topoklimatische Kontraste, die sich im Verlauf der Vegetationszeit differenzieren lassen (Abbildung 19).

Die allgemeine Blüte der Hasel (*Coryllus avellana*) beginnt überall in tieferen Lagen Ende Februar und Anfang März. Die Höhengradienten (Tabelle 4) sind ziemlich homogen und betragen 5 bis 7 Tage Verspätung pro 100 m Höhenzunahme. Der negative Gradient des Delsberger Beckens ist wahrscheinlich auf die häufigen Inversionslagen zurück zu führen. Zuerst beginnt die Blüte auf den Abhängen, dann erst im Talgrund. Die beiden Profile unterscheiden sich kaum.

Die allgemeine Blüte des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*) kündigt den Frühling an. Sie beginnt im Verlaufe des Aprils in tieferen Lagen am Jurasüdfuss und Ende April im Delsberger Becken (Verspätung von 10 Tagen auf 400 m Meereshöhe). In dieser Jahreszeit ist der Norden benachteiligt, in der Höhe ist die Verspätung noch grösser (fast einen Monat auf 1000 m Meereshöhe). Die Kurven der allgemeinen Blüte des Apfelbaums (*Malus domestica*) verlaufen fast horizontal und liegen weit auseinander. Der Höhengradient beträgt überall etwa 5 Tage pro 100 m. Der Jurasüdfuss ist nicht mehr begünstigt, die Wärmeverhältnisse sind nun wichtiger als die Einstrahlung. Dazu kommt, dass die Standorte der Apfelbäume (v. a. der Obstgärten am Rande der Dörfer) nicht so unterschiedlich sind wie diejenigen anderer Pflanzen.

Die Interpretation der Weizenernte (*Triticum vulgare*) ist heikel, da das genaue Erntedatum ebenso sehr von den technischen Anforderungen (z. B. Verfügbarkeit der Mähdrescher) abhängt als vom Klima (VOLZ 1978). Allerdings gleichen die Datumskurven denjenigen des Frühlings. Es ist möglich, dass die Bewölkung und die Niederschläge die Ernte im Norden verzögern.

Die Beobachtungsdaten der Blattverfärbung der Buche (*Fagus sylvatica*) sind mit mehr Unsicherheit behaftet als andere Phasen. PRIMAULT (1984) erwähnt, dass die Verfärbung von der Trockenheit, einem Temperatursturz oder einem ausgeprägten Frost ausgelöst werden kann. Regionale Unterschiede können kaum mit Bestimmtheit bezeichnet werden. Die Gradienten sind oft negativ (im Mittel -3 Tage pro 100 m), die Blattverfärbung beginnt hier in der Höhe. Die Datumskurven sind stark vereinfacht horizontal eingetragen, da keine regionale Differenzierung aufgezeigt werden konnte (JEANNERET 1991).

Une coupe du Moyen Pays septentrional à travers le Jura plissé jusque dans le Bassin de Delémont dévoile des contrastes topoclimatiques qui peuvent se différencier au cours de la période de végétation (Figure 19).

La floraison générale du noisetier (*Coryllus avellana*) débute partout en basse altitude fin février et début mars. Les gradients (Tableau 4) sont assez homogènes et oscillent entre 5 et 7 jours par 100 m d'augmentation de dénivellation. Le gradient négatif du bassin de Delémont est vraisemblablement dû aux fréquentes inversions: la floraison commence d'abord sur les versants et continue ensuite au fond du bassin. Il n'y a guère de différence entre les deux coupes.

La floraison générale de la dent de lion (*Taraxacum officinale*) signale le printemps. Elle débute au cours du mois d'avril à basse altitude au pied du Jura, à la fin avril dans le bassin de Delémont (retard d'environ 10 jours à 400 m). A cette saison, le nord est défavorisé, le retard en altitude est encore plus important (presque un mois à 1000 m).

Les courbes de la floraison générale du pommier (*Malus domestica*) sont presque horizontales, assez espacées. Le gradient altitudinal est partout environ de 5 jours par 100 m. Le pied du Jura n'est plus favorisé, les conditions thermiques l'emportent sur l'ensoleillement. Il est vrai que les emplacements des pommiers (surtout des vergers aux abords des villages) n'est pas le même que celui des autres plantes.

L'interprétation de la moisson du blé (*Triticum vulgare*) est délicate, puisque la date exacte dépend autant de conditions techniques (disponibilité des moissonneuses-batteuses par ex.) que climatiques (VOLZ 1978). Mais il est vrai que les courbes ressemblent à nouveau à celles du printemps. Il est possible que la nébulosité et les précipitations retardent la date des moissons au nord.

Les données de la coloration des feuilles du hêtre (*Fagus sylvatica*) sont discutables. PRIMAULT (1984) signale que la coloration peut être due à une sécheresse, un abaissement des températures ou un gel prononcé. Il n'est pas possible de caractériser avec certitude des différences régionales. Les gradients sont normalement négatifs (en moyenne de -3 jours par 100 m), la coloration des feuilles débute ici en altitude. Les courbes sont dessinées horizontalement, très simplifiées, les données n'offrant pas la possibilité d'une différenciation régionale (JEANNERET 1991).

Phänologische Profile

Coupes phénologiques

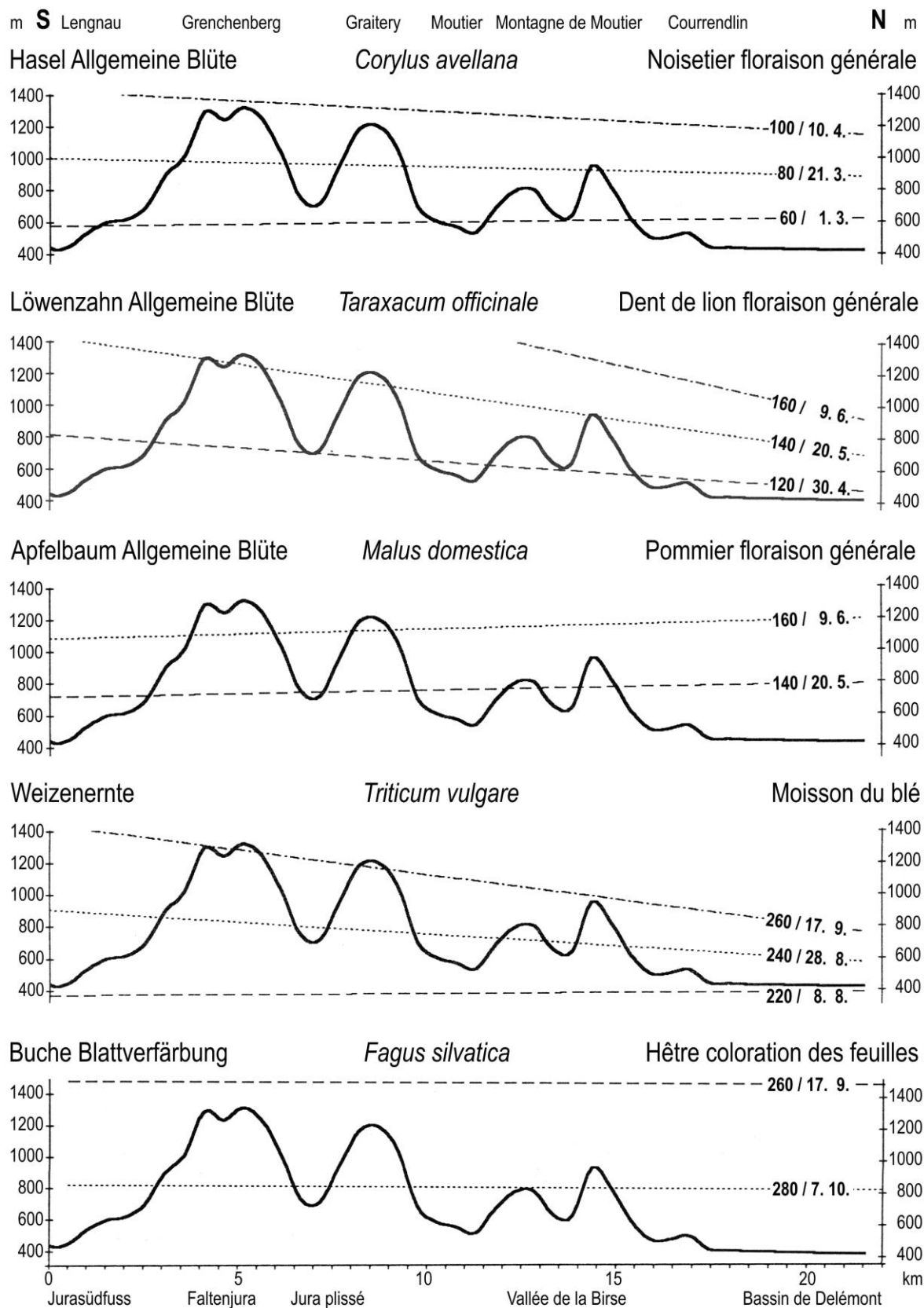


Abbildung 19: Phänologische Profile mit Isophanen (Jahrestag / Datum) vom Jurasüdfuss über die hohen Ketten des Faltenjuras: Mittel 1970-1989 (nach JEANNERET 1991, verändert).

Figure 19: Coupes phénologiques avec isophanes (jour de l'année / date) depuis le pied du Jura méridional à travers les Hautes Chaînes du Jura plissé: moyennes 1970-1989 (tiré de JEANNERET 1991, modifié).

Regionale Regressionen

Régressions régionales

Region Région	Hasel Allg. Blüte Noisetier flor. gén.			Löwenzahn Allg. Blüte Dent de lion flor. gén.			Apfelbaum Allg. Blüte Pommier flor. gén.			Weizen-Ernte Moissons du blé			Buche Blattverfärb. Hêtre color. feuilles		
	a	b	n	a	b	n	a	b	n	a	b	n	a	b	n
104 Clos-du-Doubs 106 Franches-Montagnes Freiberge	0,071	14,3	17	0,053	89,5	17	0,048	102,1	13	0,085	185,2	13	-0,007	281,7	11
105 Bassin de Delémont Delsberger Becken	-0,018	61,8	24	0,032	96,7	25	0,052	102,8	23	0,141	122,2	11	-0,052	314,5	31
107 Jura plissé Faltenjura	0,052	33,3	48	0,073	77,2	52	0,057	98,4	54	0,046	205,8	43	-0,010	286,8	68
108 Jurasüdfuss Pied sud du Jura	0,050	28,4	52	0,008	111,3	62	0,052	102,0	70	0,042	202,9	120	0,010	286,6	85
Mittel Moyenne	0,046	32,6	141	0,049	91,7	156	0,050	102,9	160	0,065	192,3	187	-0,030	304,9	195

Tabelle 4: Lineare regionale Regression der mittleren phänologischen Daten. y ist das phänologische Datum (Jahrestag), x die Meereshöhe (m), n ist die Zahl der verfügbaren Daten für die Periode von 1970 bis 1989 (aus JEANNERET 1991). Die Regionen sind in Abbildung 27 dargestellt (VOLZ et al 1978 in KOTTMANN 2008).

Tableau 4: Régression linéaire régionale des dates phénologiques moyennes du type $y = ax + b$, y étant la date phénologique (jour de l'année), x l'altitude (m), n le nombre d'observations disponibles pour la période 1970 à 1989 (tiré de JEANNERET 1991). Les régions sont représentées à la Figure 27 (VOLZ et al 1978 in KOTTMANN 2008).

Ebenen der Regressionsanalyse

Niveaux de l'analyse des régressions

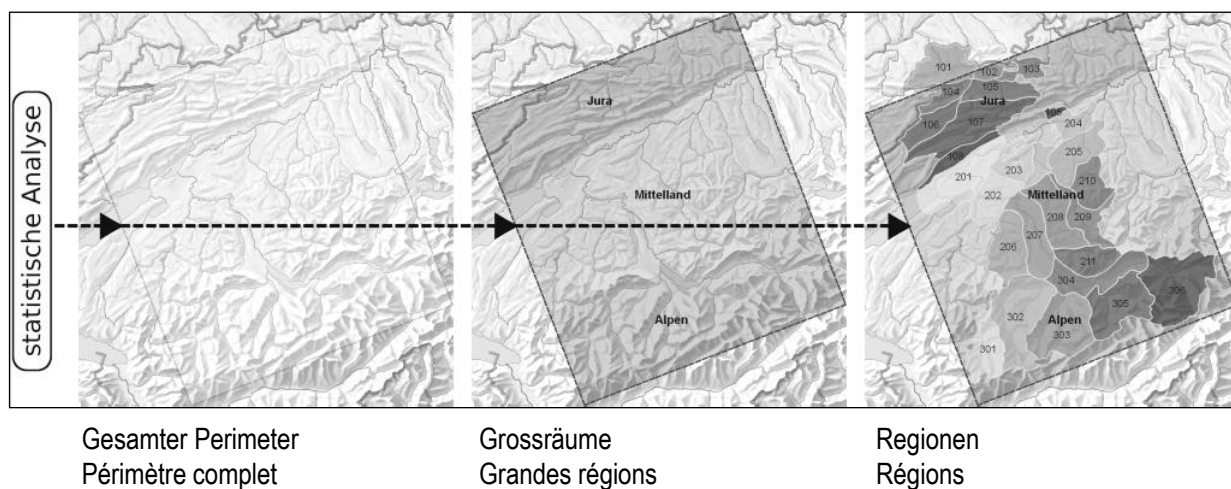


Abbildung 20: Die drei Auflösungsebenen für die Durchführung der statistischen Analyse und die räumliche Interpolation im Flächenraster (VOLZ et al. 1978 in KOTTMANN 2008, Regionen gemäss Abbildung 27).

Figure 20: Les trois niveaux de résolution pour effectuer l'analyse statistique et pour l'interpolation spatiale dans le quadrillage (VOLZ et al. 1978 in KOTTMANN 2008, régions selon Figure 27).

Die Schneeandauer – augenfälliger Winterzeiger

Die Pflanzenwelt vermittelt im Winter nur wenige Signale, die als jahreszeitliche Information interpretiert werden könnten (RÖTHLISBERGER 2008). Als dominierendes aber komplexes Winterelement drängt sich selbstverständlich der Schnee auf, sicht- und messbares Niederschlagsphänomen mit einer gut feststellbaren Flächenausdehnung und einer charakteristischen Verweilzeit. Während die Schneehöhe eine wichtige Dimension für die Ressource (Skitourismus) und die Bedrohung (Schneeräumung und Lawinengefahr) darstellt, steht die Dauer der Schneedecke für die jahreszeitliche Aussage im Vordergrund.

Wichtige unmittelbare Anwendung der Schneebeobachtungen sind das touristische Potential für den Wintersport und das Behinderungspotential für den Verkehr in Hügel- und Berggebieten (WITMER in MESSERLI et al. 1978, WITMER 1982). Schneedaten werden von der MeteoSchweiz in der ganzen Schweiz und dem WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in den Schweizer Alpen erhoben (WITMER 1986). Aber auch diese Daten erfordern eine räumliche Verdichtung, um Daten für geländeklimatische Fragestellungen zu liefern.

La durée de l'enneigement – indicateur hivernal visible

En hiver, la végétation n'émet que peu de signaux qui pourraient être interprétés en tant qu'information saisonnière (RÖTHLISBERGER 2008). Tout naturellement, c'est la neige qui s'impose comme élément hivernal de premier choix; elle est un élément visible et mesurable, mais complexe, avec une étendue reconnaissable et une durée caractéristique. Tandis que la hauteur de la neige représente une dimension importante pour la ressource (tourisme hivernal) et le risque (déblaiement et danger d'avalanche), la durée de la couverture neigeuse est une caractéristique saisonnière dominante.

L'application immédiate des observations de la neige comporte le potentiel touristique pour les sports d'hiver et la fonction d'obstacle pour les transports en région de collines et de montagne (WITMER in MESSERLI et al. 1978, WITMER 1982). Des données sur la neige sont relevées par MétéoSuisse dans toute la Suisse et par le WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF dans les Alpes suisses (WITMER 1986). Ces réseaux requièrent eux aussi une densification dans l'espace pour permettre une recherche topoclimatique.

Die Einführung der täglichen Schneehöhenmessung erlaubte erst einen Beginn der Auswertungen mit dem Winter 1971/72, so dass bis 1974/75 4 Jahre mit 74 Testflächen und total rund 50'000 Daten zur Verfügung standen. Die Auswertung richtete sich verstärkt auf den Wintersport und den dynamisch expandierenden Wintertourismus aus, weil dieses Element immer deutlicher zum dominanten Belastungsfaktor ausgewählter alpiner Räume wird. Die Ergebnisse sind in Dekade-Werten (10 Tage) statt in Monatsmitteln dargestellt, und die Schneehöhenangaben sind durch die Berechnung der Schneesicherheit ergänzt. Die Daten sind punktuell abgebildet, eine flächenhafte Darstellung soll einer zukünftigen Arbeit vorbehalten bleiben. Dafür ist regionsweise eine Korrelation Meereshöhe – Schneehöhe gerechnet worden, die für Extrapolationen zur Verfügung steht. Gesamthaft gesehen sind wir überzeugt, dass mit dieser Grundlage äusserst wertvolle Abschätzungen für touristische Erschliessungen und Nutzungen gemacht werden können, sei es in den verschiedenen Alpentälern, im Jura oder in den höheren Naherholungsbereichen der Städte.

Dokument 7: Zusammenfassung der Auswertungen der Schneedaten 1970 bis 1974 (WITMER in MESSERLI et al. 1978: Kapitel 3).

Document 7: Résumé de l'exploitation des données sur la neige de 1970 à 1974 (WITMER in MESSERLI et al. 1978: chapitre 3)

In Bezug auf die Schneedecke spielen zwei zeitliche Masszahlen eine Rolle: die Schneedeckenzeit (der Zeitraum zwischen erstmaligem Einschneien und der endgültigen Ausaperung) und die Schneeandauer, die Anzahl Tage mit einer morgendlichen Bedeckung einer Probefläche um mehr als 50%.

Erste Auswertungen wurden für die Region Bern im Rahmen der klimatologisch-lufthygienischen Untersuchung vorgelegt. Die Agglomeration wies eine grosse Dichte von Beobachtungsstationen auf: in den Wintern 1970/1971 bis 1974/1975 wurden von 9 bis 26 Beobachtenden 30 bis 74 Beobachtungsflächen erfasst (WITMER in MAURER et al. 1975). Der bearbeitete Perimeter umfasst etwa 300 km² und liegt zwischen 500 und 900 m, wobei die meisten Daten unterhalb von 700 m erhoben wurden. Mit einer einfachen linearen Regression wurde eine Interpolation für die Kartierung vorgenommen. Weitere Arbeiten wurden der Schneehöhe und -Sicherheit gewidmet (WITMER in

MESSERLI et al. 1978, WITMER 1982 und 1984), mit einer punktuellen Darstellung der Schneehöhen anhand einer exemplarischen Kartierung der Schneebedingungen im Saanenland.

Schnee ist nicht nur ein Winterzeiger, sondern auch ein Element der Frühlingsentwicklung. Wie MATTI (2004) am Beispiel der BernClim-Station Grossaffoltern bei Lyss zeigte, werden die Winter kürzer und der Frühling beginnt früher. Eine zehn Tage längere Schneebedeckung von Januar bis März korreliert mit einer Verzögerung des Blühbeginns des Kirschbaumes um 3 Tage.

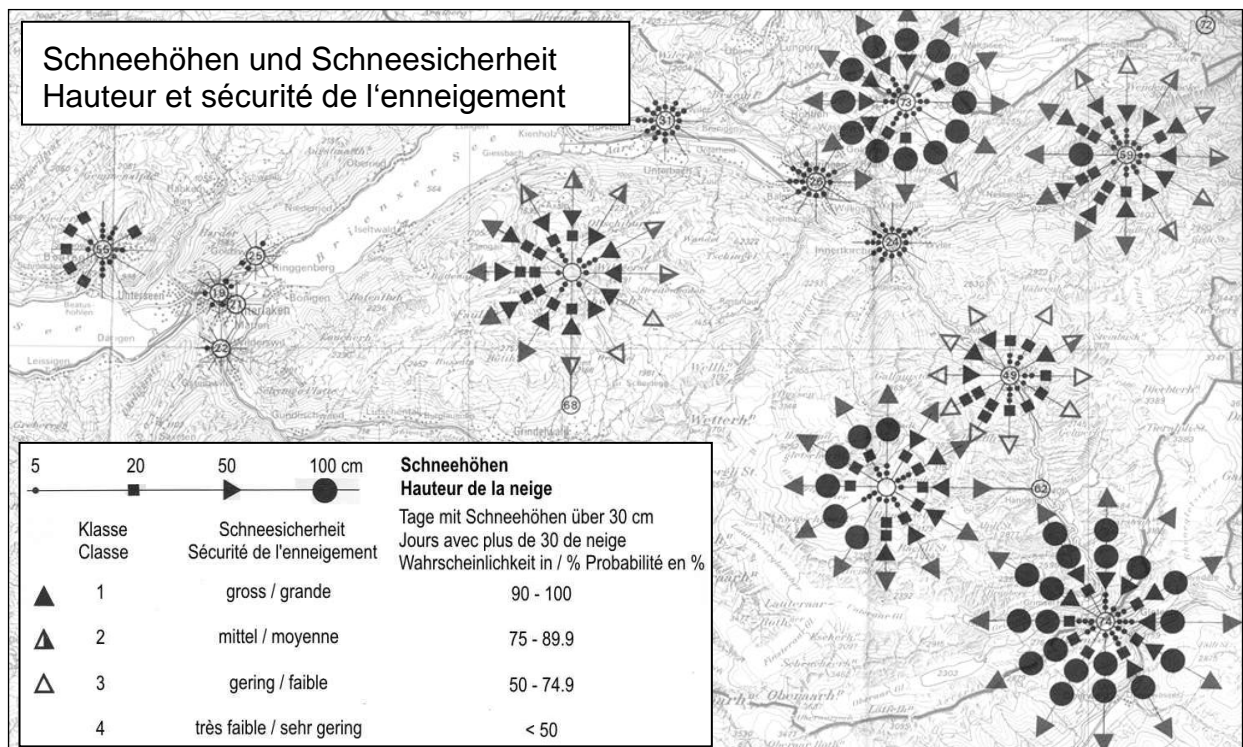


Abbildung 21: Mittlere Schneehöhen und Schneesicherheit (1971/72-1974/75) im östlichen Berner Oberland pro Dekaden (1. Dezember bis 31. März, verkleinert und übersetzt aus WITMER 1978).

Figure 21: Hauteur moyenne de la neige et sécurité de l'enneigement (1971/72-1974/75) dans l'Oberland bernois oriental par décades (du 1^{er} décembre au 31 mars, fragment réduit tiré et traduit de WITMER 1978).

Für einen Gebirgsraum (Kander-/Engstligental) liegt eine Modellierung der Schneeandauer vor (INDERMÜHLE 2011). Karten der Wintermonate und einzelner Winter wurden aus dieser Modellierung in einem GIS erzeugt, welches die Höhen- und Expositionsunterschiede zeigt. In einer einfachen Typologie wurde der Rhythmus der Andauer der Schneedecke gegliedert: permanent, periodisch, inkonstant (INDERMÜHLE 2011). Eine Untersuchung langer Reihen der Schneeandauer könnte zu einer jahreszeitlichen Kennzeichnung des Winters beitragen. Dabei offenbart die Schneeandauer die unterschiedliche Verteilung der Schneegrenze: Beim Einschneien widerspiegelt diese die Temperaturverhältnisse und liegt einigermaßen gleichmässig horizontal (Abbildung 23), beim Ausapern spielen die unterschiedlichen natürlichen und künstlichen Faktoren der schmelzenden Schneedecke eine sichtbare Rolle (Abbildung 23).

Typen der Andauer der Schneedecke

Types de la durée de la couverture neigeuse

Typ	Schneebedeckung	Type	Couverture neigeuse
1: permanente Winterschneedecke	Dezember, Januar und Februar an mehr als an 25 Tagen pro Monat	1: couverture neigeuse hivernale permanente	Décembre, janvier et février avec plus de 25 jours par mois
2: periodische Schneedecke	drei oder mehr Monate mit über 15 Tagen pro Monat	2: couverture neigeuse périodique	Trois mois ou plus avec plus de 15 jours par mois
3: inkonstante Schneedecke	alle übrigen	3: couverture neigeuse inconstante	Tous les autres

Tabelle 5: Typologie der Andauer der Schneedecke (nach INDERMÜHLE 2011).

Tableau 5: Typologie de la durée de la couverture neigeuse (selon INDERMÜHLE 2011).

Andauer der Schneedecke

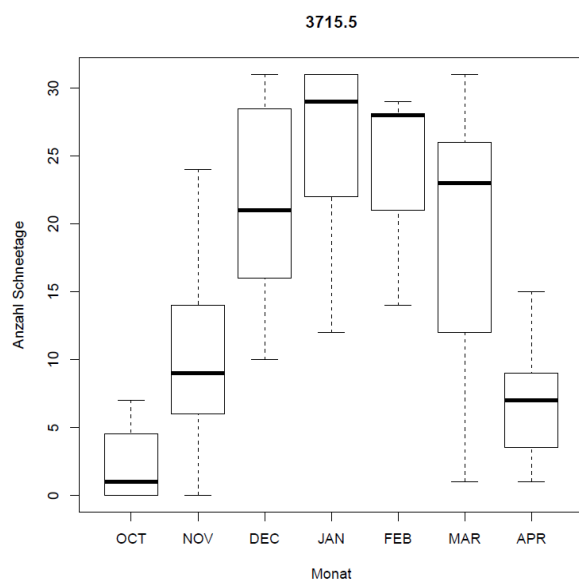


Abbildung 22: Monatliche Schneeverteilung in Adelboden, 1350-1440 m, süd-ost-exponiert (1992-2005) mit Median, 90 %- und Extremwerte (aus INDERMÜHLE 2010).

Durée de la couverture neigeuse

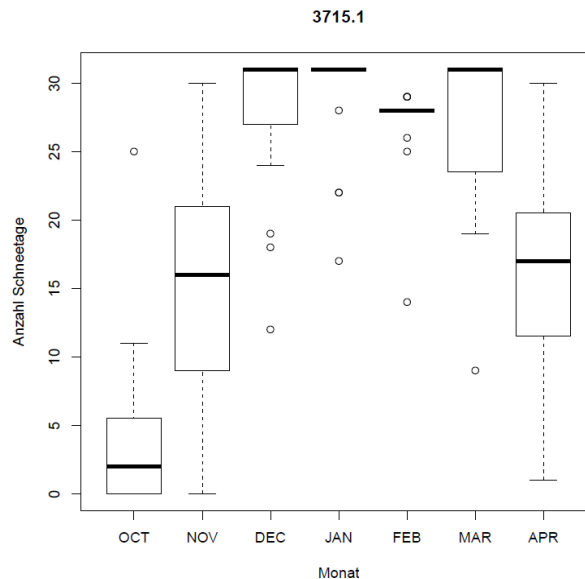


Figure 22: La répartition par mois de la neige à Adelboden, 1330-1440 m, exposé sud-est (1992-2005) avec médians, valeurs de 90% et extrêmes (tiré de INDERMÜHLE 2010).

Nebel – winterlicher Indikator thermischer Inversionen

Die Nebelbeobachtungen des Bernischen Klimanetzes führten – zusammen mit weiteren terrestrischen, photographischen und Fernerkundungsdaten – zu einer umfangreichen und einschlägigen Systematik der Nebeltypen und -Verbreitung (WANNER 1979, Abbildung 25). Nebel sagt viel aus über die thermischen und Feuchtigkeits-Bedingungen sowie die regionale und lokale atmosphärische Zirkulation; er offenbart Inversionslagen und charakterisiert auch gesundheitsschädliche Risiken. Die Kartierung der Nebelhäufigkeit ist eine wichtige Grundlage für die Kennzeichnung der winterlichen Klimabedingungen, und stellt auch ein Klimatelement mit einer grossen topoklimatischen Aussagekraft dar (BENDIX 2004, Abbildung 23).

Brouillard – indicateur hivernal des inversions thermiques

Les observations du brouillard du réseau climatique bernois conduisirent – en combinaison avec des données et documents terrestres, photographiques et de télédétection – à une systématique des types de brouillard et de leur répartition (WANNER 1979, Figure 25). Le brouillard est un excellent indicateur des conditions thermiques et d'humidité ainsi que de la circulation atmosphérique régionale et locale; il reflète des inversions thermiques et caractérise ainsi les risques pour la santé. Le relevé des fréquences du brouillard est une importante base pour décrire les conditions climatiques hivernales et représente par ailleurs un élément climatique d'une grande importance topoclimatique (BENDIX 2004, Figure 23).

Für den Nebel wurden die Daten von 593 Stationen der Winterhalbjahre 1970/71 bis 1974/75 ausgewertet, davon entfielen 41 auf den später dazugekommenen Kanton Solothurn und 115 auf Stationen der meteorologischen Zentralanstalt MZA verschiedenster Art. Durch die tägliche Beobachtung standen ungefähr 500'000 Daten zur Verfügung, die in der Auswertung durch weiteres Material (Filme, Luft- und Satellitenbilder usw.) ergänzt wurden. Die vorliegende Nebelkarte des Kantons Bern enthält neben der Nebelcharakterisierung nicht nur eine dreidimensionale räumliche, sondern auch eine zeitliche Abbildung des Phänomens Nebel, indem die Nebelhäufigkeit im Verlaufe des Winters zur Darstellung kommt.

Dokument 8: Zusammenfassung der Auswertungen der Nebeldaten 1970 bis 1974 (WANNER in MESSERLI et al. 1978: Kapitel 4).

Document 8: Résumé de l'exploitation des données sur le brouillard de 1970 à 1974 (WANNER in MESSERLI et al. 1978: chapitre 4).



Abbildung 23: Wolken und Nebel sind oft kaum voneinander zu unterscheiden. Nebel wird als dynamisches Element von vielen lokalen Faktoren bestimmt. Die momentane Schneegrenze ist beim Schneefall vor allem thermisch begrenzt.

Saenenland, oberes Tal der Saane, von Gstaad BE aus gesehen (Photo François Jeanneret).

Figure 23: Les nuages et le brouillard sont difficilement dissociables. Le brouillard – élément dynamique – est conditionné par de nombreux facteurs locaux. La limite momentanée de la neige dépend après sa chute avant tout des conditions thermiques.

Pays de Gessenay, vu depuis Gstaad BE, haute vallée de la Sarine (photo François Jeanneret).



Abbildung 24: Beim Einschneien ist eine horizontale scharfe Grenze sichtbar (Abbildung 23) beim Ausapern ein chaotischer, auch durch den Menschen beeinflusster Fleckenteppich: die Schneeandauer widerspiegelt insbesondere einen unterschiedlichen Verlauf der Schneegrenze in den kalten Jahreszeiten.

Saenenland, oberes Tal der Saane, von Gstaad BE aus gesehen (Photo François Jeanneret).

Figure 24: Par chute de neige, une limite horizontale bien distincte est visible (Figure 23), à la fonte une surface chaotique, influencée aussi par l'homme: la durée de la couche neigeuse reflète avant tout les fluctuations des conditions variables de la limite de la neige au cours des saisons froides.

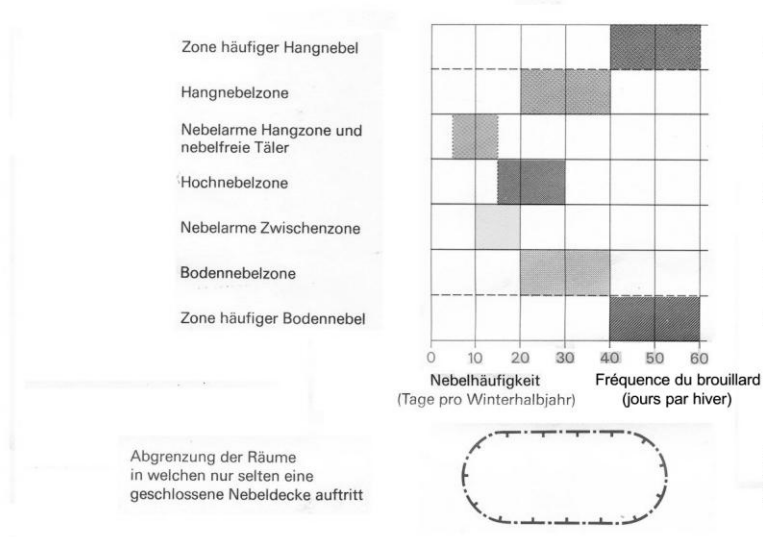
Pays de Gessenay, vu depuis Gstaad BE, haute vallée de la Sarine (photo François Jeanneret).



NEBEL

Art und Häufigkeit des Morgennebels in den Kantonen Bern und Solothurn
(Mitteldarstellung der Winterhalbjahre 1970/71 bis 1974/75, Monate Oktober bis März, Beobachtung zwischen 07.00 und 08.00 Uhr)

Regionale Darstellung der Nebelstruktur und Nebelhäufigkeit



BROUILLARD

Type et fréquence du brouillard matinal dans les cantons de Berne et de Soleure
(moyennes des hivers 1970/71 à 1974/75, mois d'octobre à mars, observations entre 07.00 et 08.00 h)

Représentation régionale de la structure et la fréquence du brouillard

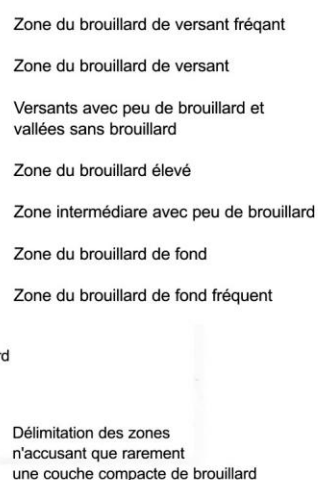


Abbildung 25: Winterliche Nebelstruktur und Häufigkeit, 1970/71-1974/75 (nördliches Berner Mittelland, verkleinert und übersetzt aus WANNER 1979).

Figure 25: Structure et fréquence hivernale du brouillard en hiver, de 1970/71 à 1974/75 (Moyen Pays bernois septentrional, tiré et traduit de WANNER 1979).

Die winterliche Nebelhäufigkeit hat seit 1864 allgemein abgenommen, und seit 1975 insbesondere im Mittelland in mittleren Lagen, wie eine Auswertung von MeteoSchweiz-Daten über die ganze Schweiz anzeigt (VON DACH 2008). Diese Tendenzen werden auch von BernClim-Stationen widerspiegelt. Die Gebiete mit dem häufigsten Nebelvorkommen in der Schweiz – das tiefere Mittelland – ist Veränderungen unterworfen: Inversionen unterhalb von 1000 m haben offenbar abgenommen. Der Nebel ist nicht weniger häufig, hat aber seine Höhenlage verändert. Mittlere und höhere Gebiete insbesondere des südlichen Juras sind mehr von Nebel betroffen, während das Mittelland selber unter Hochnebel gerät (z. B. Wyssachen, Abbildung 26). Diese Veränderungen zu erfassen, waren einige Versuche wert (MEIER 2007, STADELMANN 2008).

Entwicklung der Häufigkeit des Nebels

Evolution de la fréquence du brouillard

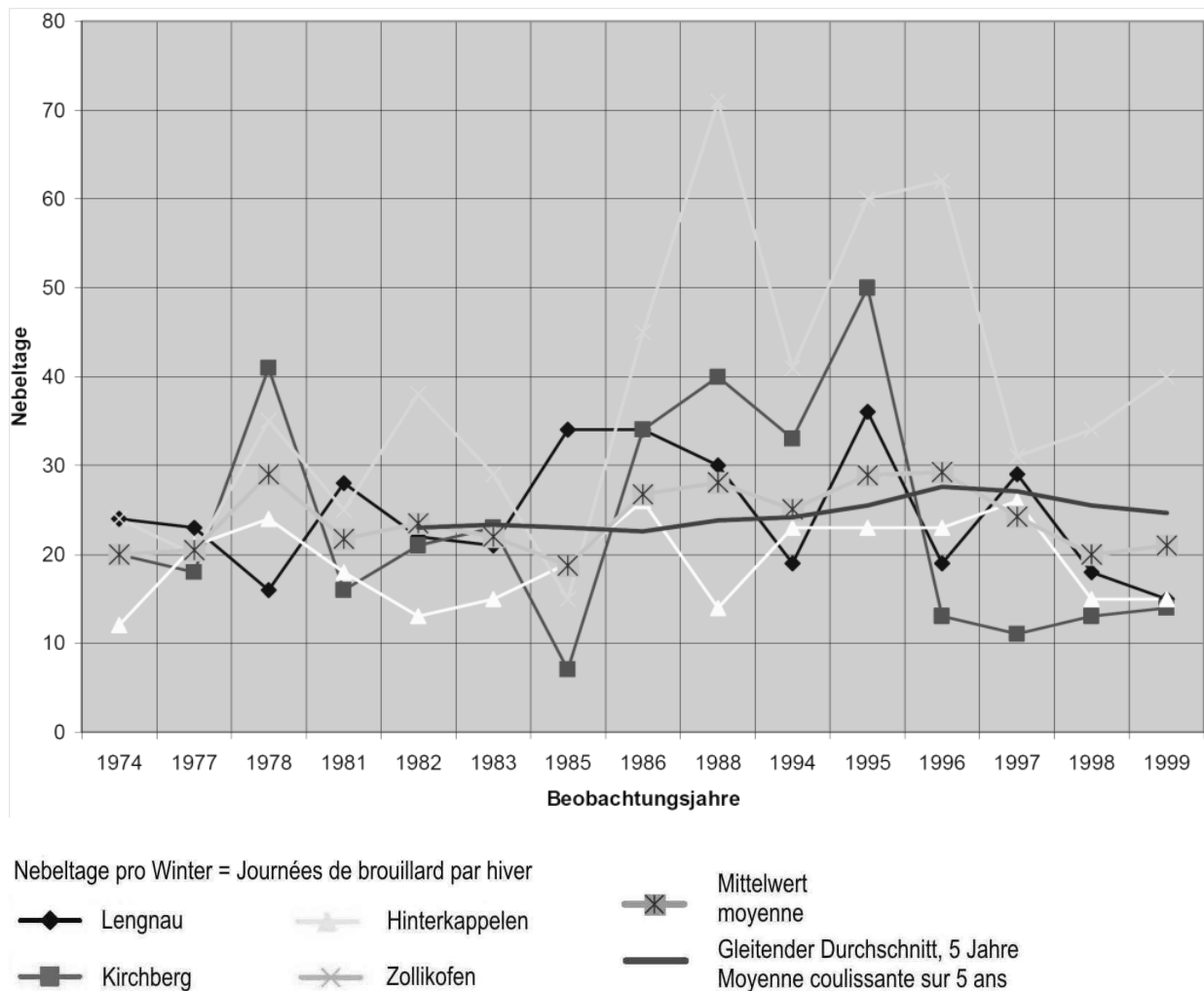


Abbildung 26: Nebelhäufigkeit von repräsentativen Stationen des Mittellandes (1974-1999, aus STADELMANN 2008).

Figure 26: Fréquence du brouillard de stations représentatives du Moyen Pays (1974-1999, tiré de STADELMANN 2008).

MEIER (2007) untersuchte die Nebelauflösung entlang des Berner und Solothurner Jurasüdhangs. STADELMANN (2008) stellte zwar für einzelne Stationen innerhalb der Zeit von 1974 bis 1999 eine Abnahme der Nebelhäufigkeit fest, nicht aber für das ganze Gebiet des zentralen Schweizer Mittellandes. Immerhin fällt auf, dass in Zollikofen und in geringerem Mass in Kirchberg – an der Grenze zwischen tieferem und höherem Mittelland – die Nebelhäufigkeit zwischen 1986 und 1997 auffallend zunimmt, im Gegensatz zu andern Gebieten des Mittellandes (Abbildung 26).

Ein regionaler Rahmen – einige topoklimatische Charakteristiken

Die regionale Klimacharakterisierung der Periode 1970 bis 1974 ist eine Zusammenfassung für 25 ausgeschiedene Regionen des damaligen Kantons Bern (Abbildung 27), welche physisch relativ einheitliche Räume darstellen – oftmals mittlere Einzugsgebiete.

Un cadre régional – quelques caractéristiques topoclimatiques

La caractérisation climatique régionale de la période de 1970 à 1974 est un résumé pour 25 régions définies du canton de Berne de l'époque (Figure 27), représentant des unités physiquement relativement homogènes – souvent des bassins versants de taille moyenne.

Topoklimatische Regionalisierung

Régionalisation topoclimatique

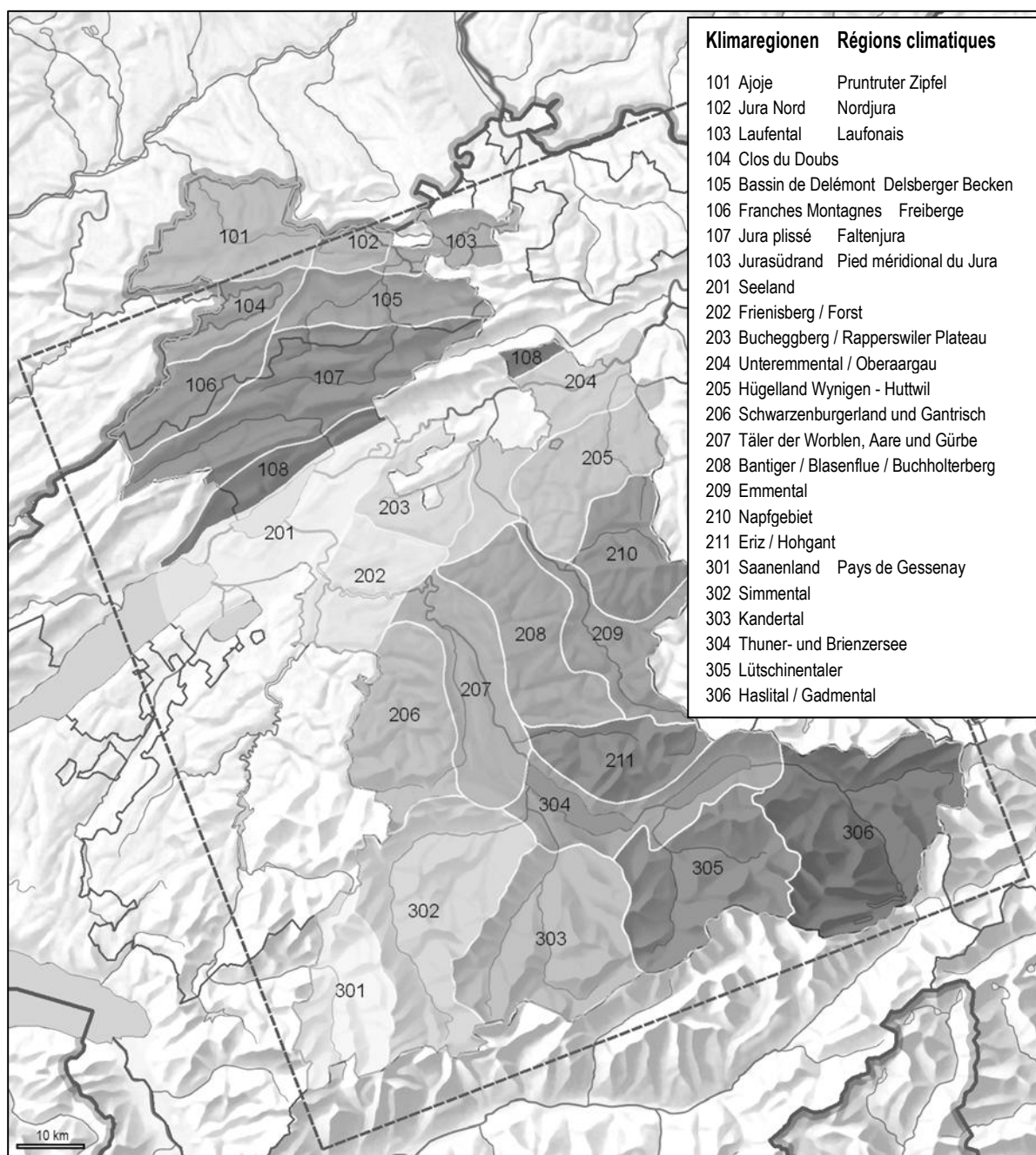


Abbildung 27: Karte der Klimaregionen im Kanton Bern in seinen Grenzen von 1970 (nach VOLZ, WANNER und WITMER in MESSERLI et al. 1978, aus KOTTMANN 2008).

Figure 27: Régionalisation climatique du canton de Berne dans ses limites de 1970 (d'après VOLZ, WANNER et WITMER in MESSERLI et al. 1978, tiré de KOTTMANN 2008).

In einer zusammenfassenden Tabelle (MESSERLI et al. 1978: Beilage 2a) – wurden Ergebnisse der Erhebungen 1970 bis 1974 dargestellt: vier phänologische Phasen, mittlere Schneehöhen, Schneesicherheit und Nebelverteilung. Diese Karte erhebt noch nicht den Anspruch einer klimatischen Raumgliederung (Abbildung 27). Sie erlaubt lediglich, einen regionalen physischen Rahmen zu umschreiben, um einige topoklimatische Eigenheiten zusammenzufassen (VOLZ, WANNER, WITMER in MESSERLI et al 1978: 149), während eine naturräumliche Gliederung eigentlich eine Landschaftstypologie widerspiegelt.

Physiographische Regionalisierungen könnten weitere Aspekte zur Differenzierung von topoklimatischen Charakterisierungen beitragen. Es gibt dazu eine ganze Reihe von Ansätzen, wie diejenigen von GUTERSOHN 1975 und GROSJEAN 1973 und 1975 (Physiotope oder Naturräume). Sie wurden teilweise umgesetzt im digitalen Landesatlas (Atlas der Schweiz 3, swisstopo 2011). Für den BernClim-Beobachtungsperimeter könnte eine Regionalisierung dienlich sein, die über die politischen Grenzen hinweg eine kartographische Interpolation erlaubt (Abbildung 28). Aber auch diese erhebt noch keinen Anspruch auf eine primär topoklimatisch fundierte Raumgliederung.

Les résultats de 1970 à 1974 ont été résumés dans un tableau (MESSERLI et al. 1978: annexe 2a) comprenant quatre phases phénologiques, les hauteurs de neige moyennes, la sécurité de l'enneigement et la répartition du brouillard. Cette carte (Figure 27) ne prétend pas encore contenir une régionalisation climatique valable (Figure 27). Elle permet simplement de définir un cadre physique régional pour résumer quelques caractéristiques topoclimatiques (VOLZ, WANNER, WITMER in MESSERLI et al 1978: 149), tandis qu'une régionalisation des types naturels reflète en principe une typologie des paysages.

Des régionalisations physiographiques pourraient offrir de nouvelles possibilités pour des caractéristiques topoclimatiques. Il existe à ce sujet différentes approches, comme celles de GUTERSOHN 1973 et de GROSJEAN 1973 et 1975 (physiotopes ou espaces naturels). Celles-ci ont en partie été intégrées dans l'Atlas national numérique (Atlas de la Suisse 3, swisstopo 2011). Pour le périmètre d'observation de BernClim, une régionalisation permettant une interpolation cartographique au-delà des frontières politiques pourrait être utile (Figure 28) – mais elle aussi ne répond pas aux attentes d'une régionalisation fondée en premier lieu sur des critères topoclimatiques.

Naturraumtypen

Types d'espaces naturels

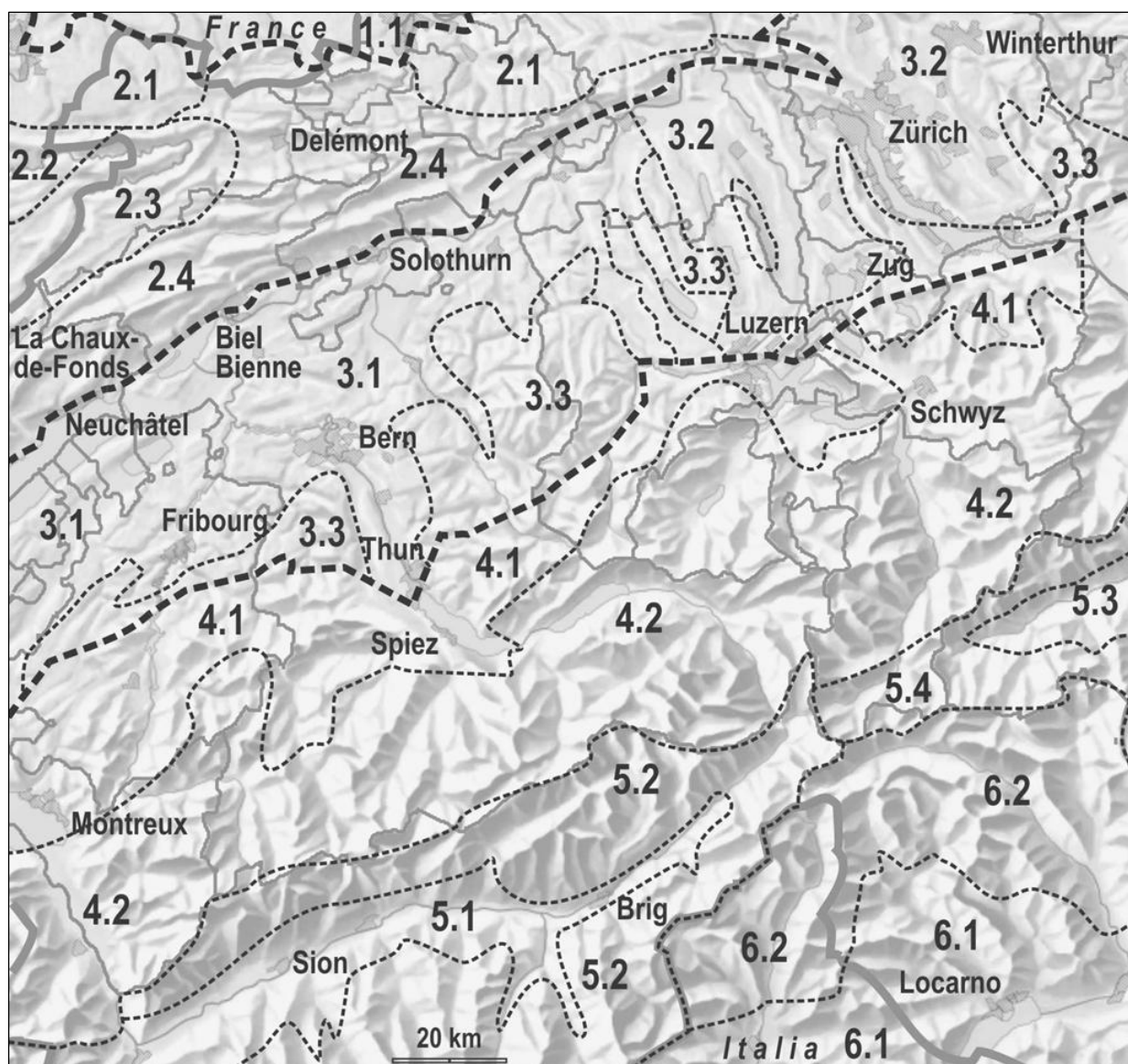
2 Jura	3 Mittelland Moyen Pays	4 Nordalpen Alpes septentrionales	5 Zentralalpen Alpes centrales	6 Südalpen Alpes méridionales
(m) N Franches Montagnes 4000 3300 2600 1900 1200	Bern Münsingen	Jungfrau	Brig	Locarno S (m) 4000 3300 2600 1900 1200
Mittelgebirge, Falten, Tafeln, Plateaux, Becken Moyennes montagnes, plis, tables, plateaux, bassins	Ebenen, tiefe und hohe Hügel Plaines, collines basses et élevées	Vor- und Randketten, Hochgebirge Chaînes préalpines et bordières, hautes montagnes	Hochgebirge mit zentralem Tieftal Hautes montagnes avec vallées centrales profondes	Vor- und Randketten und Hochgebirge Chaînes préalpines et bordières, hautes montagnes
West-Ost gerichtete Ketten und Täler, offen in den Hauptwindrichtungen, Kaltluftseen Chaînes et vallées orientées Ouest-Est, ouvertes aux vents dominants, lacs d'air froid	Tiefe Gebiete mit thermischen Inversionen, häufige Winternebel Régions basses avec inversions thermiques, haute fréquence du brouillard hivernal	Nordwinden und feuchten Luftmassen ausgesetzt, Schattenwurf, Föhnaltäler Exposées à des vents du Nord et des masses d'air humides, ombres portées, vallées de fœhn	Kontinentale Klimate, trockene Tieftäler mit thermischen Inversionen Climats continentaux et vallées centrales sèches avec inversions thermiques	Mediterran beeinflusste warme, feuchte Gebiete mit Nordföhn Régions à influences méditerranéennes humides. avec fœhn du Nord

Tabelle 6: Landschafts- und Klimaeigenschaften der Naturraumtypen (Abbildung 28, MESSERLI et al 1978; Ausschnitte aus Abbildung 2).

Tableau 6: Propriétés paysagères et climatiques des types d'espaces naturels (Figure 28, MESSERLI et al 1978, fragments de la Figure 2).

Naturraumtypen

Types d'espaces naturels



1. Oberrheingraben
 - 1.1 Bruchschollen
2. Jura
 - 2.1 Tafeljura
 - 2.2 Plateaujura
 - 2.3 Typ Freiberge
 - 2.4 Typ Hautes-Chânes
3. Mittelland
 - 3.1 Tieferes westliches Mittelland
 - 3.2 Tieferes östliches Mittelland
 - 3.3 Höheres Mittelland

4. Nordalpen
 - 4.1 Nördliche Voralpen
 - 4.2 Nördliche Hochalpen
5. Zentralalpen
 - 5.1 Tiefer westliche Zentralalpen
 - 5.2 Westliche zentrale Hochalpen
 - 5.3 Tiefer östliche Hochalpen
 - 5.4 Östliche zentrale Hochalpen
6. Südalpen
 - 6.1 Südliche Voralpen
 - 6.2 Südliche Hochalpen

1. Fossé rhénan
 - 1.1 Plaques inclinées
2. Jura
 - 2.1 Jura tabulaire
 - 2.2 Jura des plateaux
 - 2.3 Type Franches-Montagnes
 - 2.4 Type Haute Chaîne
3. Moyen Pays
 - 3.1 Moyen Pays inférieur occidental
 - 3.2 Moyen Pays inférieur oriental
 - 3.3 Moyen Pays supérieur

4. Alpes septentrionales
 - 4.1 Préalpes septentrionales
 - 4.2 Hautes Alpes septentrionales
5. Alpes centrales
 - 5.1 Basses Alpes centrales occidentales
 - 5.2 Hautes Alpes centrales occidentales
 - 5.3 Basses Alpes centrales orientales
 - 5.4 Hautes Alpes centrales orientales
6. Alpes méridionales
 - 6.1 Alpes méridionales moyennes
 - 6.2 Hautes Alpes méridionales

Abbildung 28: Die Naturraumtypen des Beobachtungsperimeters (verändert nach GROSJEAN 1975 und BURRI 2006).

Figure 28: Les types d'espaces naturels du périmètre d'observation (modifié selon GROSJEAN 1975 et BURRI 2006).

4. Vernetzung und Lehre – die Ausstrahlung

Projekte und Anwendungen – eine weite Auffächerung

Verschiedene Ansätze mit phänologischer und topoklimatischer Methodik wurden im Verlauf der letzten Jahrzehnte am Geographischen Institut der Universität Bern gepflegt (Abbildung 29, Abbildung 30): mesoklimatische Beobachtungen in einem dichten Netz (BernClim, JEANNERET 1991, BUCHER und JEANNERET 1989), waldphänologische Detailerhebungen (BRÜGGER 1997, BRÜGGER 1998), die Bearbeitung historischer Daten (PFISTER 1984, VASSELLA 1997, RUTISHAUSER 2003, 2007/2009), Phänologie mittels digitaler Photographien (AHRENDTS et al. 2008, 2009).

4 Réseau et enseignement – le rayonnement

Projets et applications – une large diversification

Différentes catégories de recherches basées sur les méthodes phénologiques et topoclimatologiques furent pratiquées au cours des dernières décennies à l'Institut de géographie de l'Université de Berne (Figure 29, Figure 30): des observations mésoclimatiques dans un réseau dense (BernClim, JEANNERET 1991, BUCHER et JEANNERET 1989), des relevés détaillés de phénologie forestière (BRÜGGER 1997, BRÜGGER 1998), des analyses de données historiques (PFISTER 1984, VASSELLA 1997, RUTISHAUSER 2003, 2007), la phénologie à l'aide de photographies digitales (AHRENDTS et al. 2008, 2009).

PHENOTOP-Forschungsprojekte

Projets de recherche PHENOTOP



Abbildung 29: Phänologische und topoklimatische Projekte der Forschungsgruppe PHENOTOP (Phänologie – Topoklimatologie – Landschaftskunde) am Geographischen Institut der Universität Bern und ihre Auftraggeber.

Figure 29: Projets phénologiques et topoclimatiques du groupe de recherche PHENOTOP (phénologie – topoclimatologie – géographie des paysages) à l'Institut de géographie de l'Université de Berne et leurs commettants.

Vom kantonalen Klimaprogramm zu PHENOTOP: Themen und Projekte

Du programme climatique à PHENOTOP: thèmes et projets

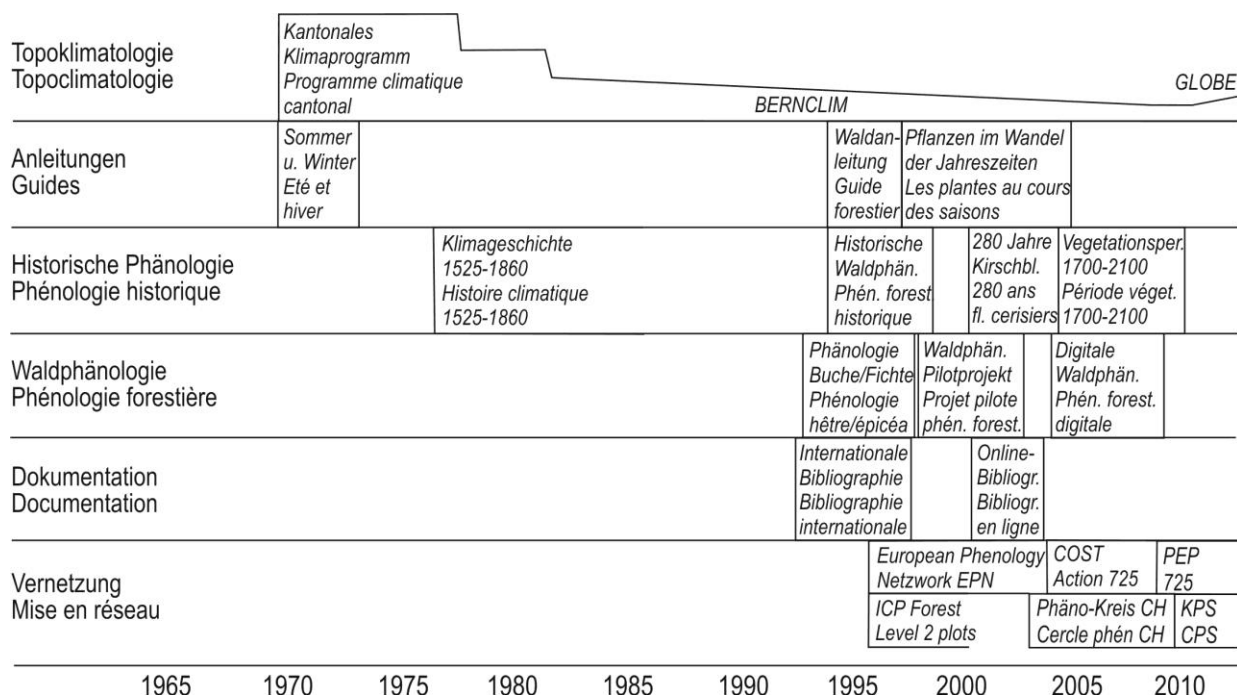


Abbildung 30: Chronologie der phänologischen und topoklimatischen Projekte am Geographischen Institut der Universität Bern und ihrer Vernetzung.

Figure 30: Chronologie des projets phénologiques et topoclimatiques de l'Institut de géographie de l'Université de Berne et de leur réseaux.

Das Berner Klimaprogramm der 1970er Jahre mündete in weitere Projekte, insbesondere zur Klimateignung für die Landwirtschaft (JEANNERET und VAUTIER 1977a, 1977b, VOLZ 1982) und zur Stadtklimatologie (MATHYS et al. 1980, WANNER et al. 1991, Abbildung 30).

Seit den 1990er Jahren beschäftigte sich die Forschungsgruppe PHENOTOP mit topoklimatischen Themen, daneben wurden zuweilen in Zusammenarbeit mit benachbarten Gruppen am Institut und andern Institutionen weitere Beiträge zur Phänologie erarbeitet – mit und ohne Bern-Clim-Daten: Korrelationen mit Klimadaten (MATTI 2004, STEINLIN 2007), Auswirkungen des Klimawandels (DIEZIG 2005), Modellierungen (REIST 2007), herbarphänologische Ansätze (NEUENSCHWANDER 2007), Rekonstruktionen mit Baumringen (OBRECHT 2008), Phänologie im Hochgebirge (GSCHWEND 2008), Vergleich mit Fernerkundungsdaten (KOTTMANN 2011), historische Rekonstruktionen (GRAF 2006, MEIER 2006) und viele andere (siehe Bibliographie).

Le programme climatique bernois des années 1970 déboucha sur d'autres projets, notamment ceux relatifs aux aptitudes climatiques pour l'agriculture (JEANNERET et VAUTIER 1977a, 1977b, VOLZ 1982) et à la climatologie urbaine (MATHYS et al. 1980, WANNER et al. 1991, Figure 30).

Depuis les années 1990 le groupe de recherche PHENOTOP s'est investi dans des activités topoclimatiques, et en outre dans des contributions à la phénologie parfois élaborées en collaboration avec des groupes voisins de l'institut ou d'autres institutions, avec ou sans les données BernClim: des corrélations avec des données climatiques (MATTI 2004, STEINLIN 2007), les conséquences des changements climatiques (DIEZIG 2005), des modélisations (REIST 2007), des essais phénologiques avec des herbiers (NEUENSCHWANDER 2007), des reconstructions phénologiques avec des cernes d'arbres (OBRECHT 2008), la phénologie en haute montagne (GSCHWEND 2008), une comparaison de données de télédétection (KOTTMANN 2011), des reconstructions historiques (GRAF 2006, MEIER 2006) et beaucoup d'autres (voir bibliographie).

Organisationen und Kooperationen – Integration und Vernetzung

Ab Ende des 20. Jahrhunderts entstand eine konkrete europäische Zusammenarbeit, zuerst mit dem Europäischen Phänologischen Netzwerk (*European Phenology Network EPN*), später mit der COST-Aktion 725 zur Bereitstellung einer kontinentweiten Daten-Plattform und ab 2010 der PEP725-Datenbasis (*Pan European Phenological Database*, Abbildung 31). Zahlreiche Tagungen, Kongresse und Symposien erlauben einen Austausch auf internationaler Ebene, insbesondere im Rahmen des Europäischen Phänologischen Netzwerkes EPN, der Europäischen Union der Erdwissenschaften (*European Geosciences Union EGU*) und der Internationalen Gesellschaft für Biometeorologie (*International Society of Biometeorology ISB*). Dort wurden immer wieder auch das Berner Klimaprojekt und seine Forschungsergebnisse vorgestellt (Abbildung 30).

Internationale Programme

European Phenological Network (2000-2003)

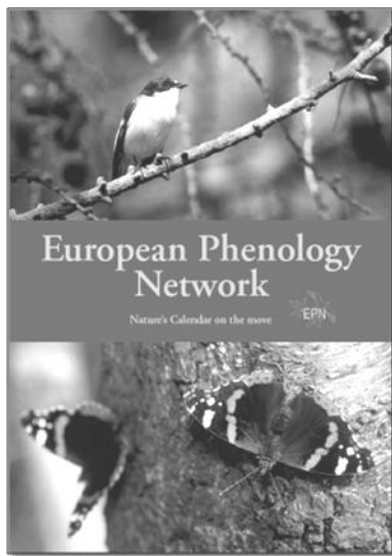


Abbildung 31: Die Vernetzung der phänologischen Beobachtungsprogramme in Europa strebt eine Vereinheitlichung der Aufnahme- und Auswertungsverfahren an (VAN VLIET 2003, VAN VLIET et al. 2003, NEKOVÁŘ et al. 2008).

2004 ist mit der Gründung des Phänologiekreises Schweiz unter Federführung von PHENOTOP auch national eine interdisziplinäre Vernetzung von phänologisch interessierten Institutionen und Personen gelungen. Je ein Schweizer Phänologietag im Frühjahr und Herbst vereinigten

Organisations et coopérations – intégration et mise en réseau

Dès la fin du 20^e siècle, la collaboration européenne s'activa, d'abord avec le Réseau européen de phénologie (*European Phenology Network EPN*), puis avec l'Action COST 725 visant la constitution d'une plateforme de données continentale et depuis 2010 une base de données (*Pan European Phenological Database*, Figure 31). Un grand nombre de sessions, congrès et symposiums permettent un échange au niveau international, en particulier dans le cadre du Réseau européen de phénologie EPN, de l'Union européenne des géosciences (*European Geosciences Union EGU*) et de la Société internationale de biométéorologie (*International Society of Biometeorology ISB*). Lors de ces rencontres, de nombreuses occasions sont saisies pour présenter le programme climatique bernois et les résultats des recherches (Figure 30).

Programmes internationaux

COST Action 725 (2004-2009)

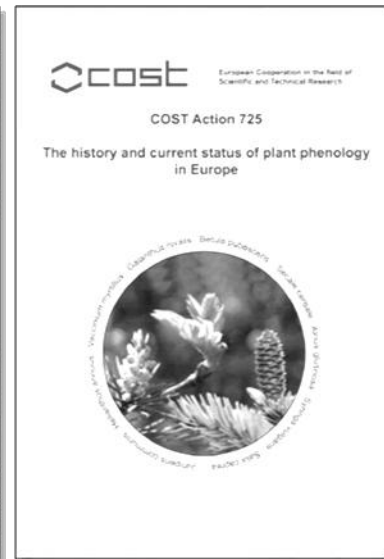


Figure 31: La mise en réseau des programmes d'observation phénologique en Europe a pour but d'unifier les processus de saisie et d'exploration (VAN VLIET 2003, VAN VLIET et al. 2003, NEKOVÁŘ et al. 2008).

En 2004, la fondation du Cercle phénologique suisse sous la direction de PHENOTOP permit une mise en réseau interdisciplinaire d'institutions et de personnes intéressées à la phénologie au niveau national. Deux journées phénologiques nationales, organisées au printemps et en automne,

Beobachtende, Auswertende und Anwendende der Phänologie, und zweimal jährlich wurde auch ein „*Phänologischer Rundbrief*“ publiziert.

2011 wurde mit der Gründung der Kommission für Phänologie und Saisonalität (KPS) der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften SCNAT eine neue Struktur im Rahmen der „*Platform Geosciences*“ geschaffen (Abbildung 31), die nicht nur die Tätigkeiten des Phänologiekreises weiterführt, sondern unter diesem Dach eine breite Vernetzung innerhalb der Natur- und Raumwissenschaften einleitet. Vertreter verschiedener Institutionen – Forschungsanstalten, Hochschulen und Monitoringprogramme – wirken in der Kommission mit.

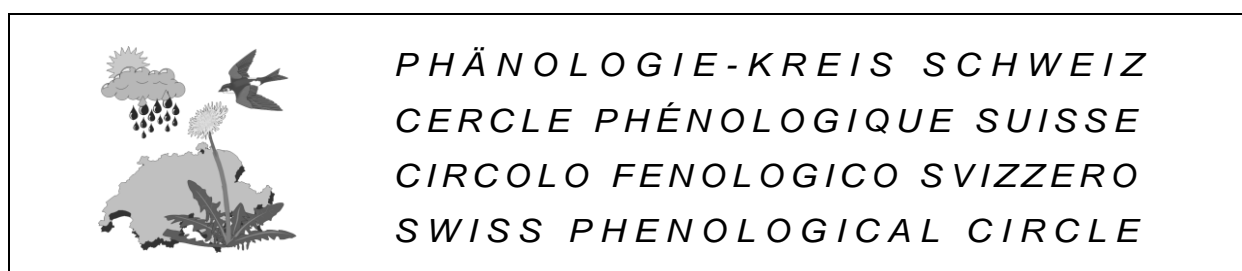
Mit der Gründung der Kommission für Phänologie und Saisonalität (KPS) unter dem Dach der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT) wurden neue Strukturen für die Vernetzung der Saisonalitätsforschung geschaffen. Angesiedelt auf der „*Platform Geosciences*“ treiben die Mitglieder der KPS die bisherigen Anliegen des Phänologiekreises voran. Die Integration in den Bereich Geowissenschaften war auch ein Schritt zu einer Öffnung des Netzwerkes, wobei nun auch die Saisonalität der unbelebten Natur mit der Phänologie zusammen spannt. Eigentlich entspricht dieser Schritt auch dem Urgedanken von BernClim, der den Rhythmus aller vier Jahreszeiten zum Thema hatte. Die KPS vertritt mit ihren Zielen auch konkret die Mission der SCNAT. Die Mehrjahresplanung 2012–2016 hält fest, dass die Bedeutung der Naturwissenschaften für unser tägliches Leben, der direkte Dialog zwischen Wissenschaftlern und der Gesellschaft vor Ort sowie inter- und transdisziplinäre Forschungsansätze gross ist. Nicht zuletzt will sich die KPS auch mit Initiativen zur Nachwuchsförderung einsetzen und an der Basis für die nächste Generation von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern mitwirken. Die KPS leistet einen Beitrag zu mehreren thematischen Schwerpunkten der SCNAT wie Lebensraum Schweiz, Biodiversität und Klima.

réunissent désormais chaque année les personnes qui effectuent des observations, exploitent les données ou utilisent la phénologie, et un «*Bulletin phénologique*» est en outre publié deux fois l'an.

En 2011, la Commission pour la phénologie et la saisonnalité CPS de l'Académie suisse des sciences naturelles SCNAT reprend non seulement les activités du Cercle phénologique suisse, mais inaugure une mise en réseau au sein des sciences naturelles et spatiales, dans le cadre de la plateforme des géosciences. Elle regroupe des représentants de différentes institutions (instituts de recherche, hautes écoles et programmes de surveillance).

Nationale Vernetzung

Réseau national



2004 – 2011



Gegründet / fondé en 2011

Abbildung 32: Die phänologische Vernetzung in der Schweiz.

Figure 32: La mise en réseaux phénologique en Suisse.

Eine Lehrveranstaltung – Einführung für die nächsten Generationen

Ohne Ausbildung kein Nachwuchs: was für alle Bereiche gültig ist, stimmt besonders für seltene Spezialitäten. Phänologie und Saisonalität werden zwar etwa in Zusammenhang mit der Klimatologie in Mittel- und Hochschulen erwähnt. Der schweizerische Schulatlas (HURNI et al. 2010) enthält eine phänologische Karte. Spezifische Ausbildungsangebote sind aber äusserst selten.

Deshalb schien die Schaffung eines kurz gefassten, theorie- und praxisbezogenen Lehrgangs als Masterkurs angezeigt, wie er von 2005 bis 2011 jährlich am Geographischen Institut der Universität Bern angeboten wurde. Gleichzeitig gibt er Gelegenheit zu einer Auseinandersetzung mit dem Langzeitprojekt BernClim und ein Einklinken in deren Forschungswerkstatt. Im Rahmen des Praktikums werden nicht nur Beobachtungs- und Auswertungsmethoden vorgestellt, sondern anhand der Aufbereitung der Metadaten zu BernClim-Stationen umgesetzt.

Ein Skript (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011) dient als Handbuch für Studierende, Forschende und weitere Interessierte (Abbildung 35). Es füllte damit eine Lücke, denn seit der Mitte des 20. Jahrhunderts wurden keine Handbücher in deutscher Sprache mehr publiziert. In englischer Sprache liegen zwei neuere Sammelwerke vor (SCHWARTZ 2003, HUDSON und KEATLY 2009).

Von 2005 bis 2011 wurde die Lehrveranstaltung sieben Mal durchgeführt. Über 110 Studierende nahmen daran teil. Diese haben nicht nur eine Einführung in die Phänologie und Saisonalität erlebt, sondern auch im Feld Beobachtungsübungen durchgeführt (Abbildung 33, Abbildung 34) und sich einer BernClim-Station oder Region gewidmet. Dank dieser Beteiligung sind von zahlreichen Stationen Metadaten aufbereitete und in Berichten zusammengefasst worden (Abbildung 36, Anhang).

Die Erhebung von Metadaten – Rückblick und Auswertungen

Teilnehmerinnen und Teilnehmer der universitären Lehrveranstaltungen erhoben für lange Datenreihen Metadaten einzelner Stationen, für kurze Reihen mehrere Stationen einer Region. Ein Leitfaden mit Fragebögen (Dokument 11, Dokument 12, Abbildung 35) stellte die Anleitung dar. Auf diese Weise entstand eine Sammlung von ausführlichen Stations- und Regionsberichten, die in jedem Fall eine Begehung und Dokumentation der Beobachtungsflächen sowie wenn immer möglich auch ein Interview mit der beobachtenden Person umfasste (Abbildung 36, Anhang). Ferner wurden Daten nacherfasst und ausgewertet.

L'enseignement – initiation pour les prochaines générations

Sans formation, pas de relève – ce qui est valable dans tous les domaines l'est en particulier dans les spécialités rares. La phénologie et la saisonnalité sont parfois citées dans les écoles moyennes et supérieures dans le cadre de la climatologie – l'atlas scolaire suisse (HURNI et al. 2010) contient une carte phénologique –, mais des formations spécifiques sont extrêmement rares.

Pour cette raison, un cours de master réunissant théorie et pratique a été offert annuellement en allemand de 2005 à 2011 à l'Institut de géographie de l'Université de Berne. Celui-ci comprend également des activités liées au projet à long terme BernClim et une participation à l'atelier de recherche. Les méthodes d'observation et d'analyse y sont non seulement présentées dans le cadre des travaux pratiques, mais aussi appliquées à l'élaboration de métadonnées concernant des stations de BernClim.

Un support de cours en allemand (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011) peut aussi servir de manuel pour les personnes intéressées, étudiants, chercheurs ou autres (Figure 35). Ces dernières années, des ouvrages collectifs de phénologie générale ont été publiés uniquement en anglais (SCHWARTZ 2003, HUDSON et KEATLY 2009).

Le recensement des métadonnées – historique et exploration

Les participants et participantes aux cours universitaires recensèrent pour de longues séries de données les méta-données de stations individuelles, pour les séries courtes plusieurs stations d'une région. Un guide englobait des questionnaires (Document 11, Document 12, Figure 35). Ainsi une collection de rapports locaux et régionaux fut créée, se basant dans tous les cas sur une visite puis une appréciation des sites observés et si possible d'un entretien avec la personne chargée des observations (Figure 36, annexe). Ensuite, des données manquantes furent saisies et exploitées.



Abbildung 33: Auf die Details kommt es an. Phänologische Übung in einem Obstgarten in Herrenschwanden bei Bern (Photo François Jeanneret).

Figure 33: Le détail compte. Exercice de phénologie dans un verger à Herrenschwanden près de Berne (photo: François Jeanneret).



Abbildung 34: Phänologische Übung im Lörwald, Herrenschwanden bei Bern (Photo François Jeanneret).

Figure 34: Exercice de phénologie en forêt dans le Lörwald, Herrenschwanden près de Berne (photo: François Jeanneret).

Unterrichtunterlagen

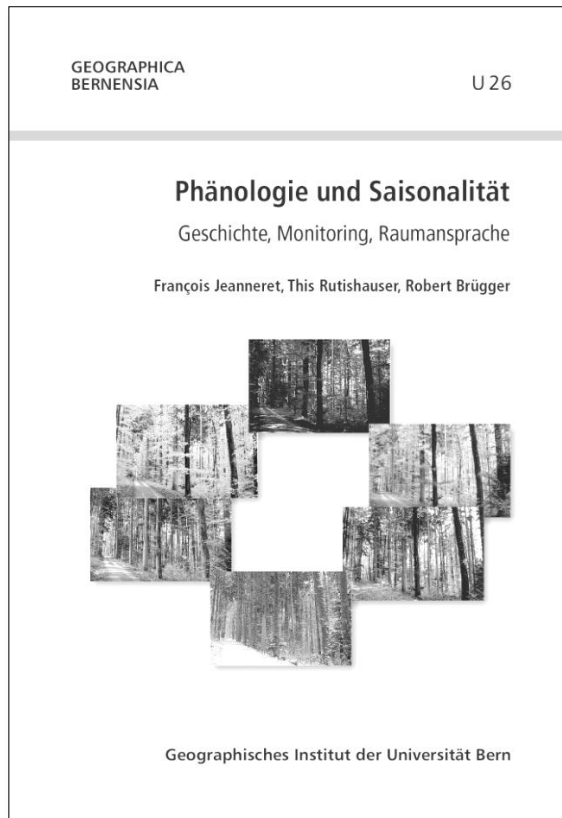


Abbildung 35: Skript (JEANNERET et al. 2011) und Praktikumsanleitung (Ausgabe von 2009).

Supports pour l'enseignement

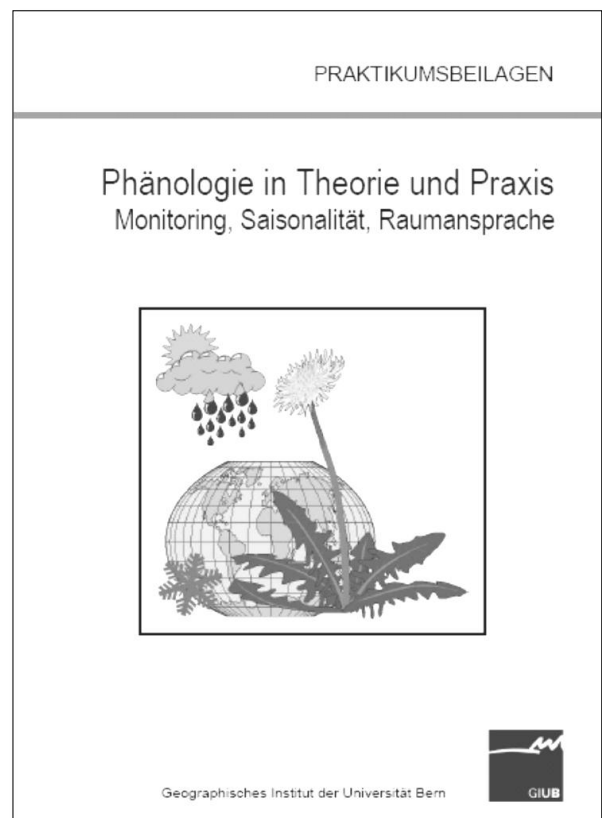


Figure 35: Support de cours (JEANNERET et al. 2011) et instructions pour les travaux pratiques (édition de 2009).

59 Berichte liefern die Grundlagen für die Meta-Datenbank, womit die Beobachtungen von etwa 75 Stationen (70 Sommer- und 32 Winterreihen) dokumentiert wurden – somit etwa fast alle langen Reihen und etwa die Hälfte aller Stationen. In sieben weiterführenden Arbeiten (Seminar- und Bachelorarbeiten) wurden Daten von Regionen ausgewertet. Ferner entstanden total 25 weiterführende Arbeiten (Seminar-, Bachelor, Diplom- und Masterarbeiten, siehe Bibliographie) mit Auswertungen von Sommer- und Winterdaten des BernClim-Netzes bei PHENOTOP oder in anderen Forschungseinheiten oder im Rahmen weiterer Erhebungen (beispielsweise von internationalen Phänologie-Bibliographien, JEANNERET 1997, BRÜGGER und JEANNERET 2003).

Universitäten sind Stätten der Ausbildung, der Forschung und von Dienstleistungen. Ob aber ein langfristiges Monitoringprogramm auch als spezifische universitäre Aufgabe bezeichnet werden soll, ist zumindest umstritten. Ein Kanton ist auch nicht unbedingt ein Perimeter, der sich für eine solche Infrastrukturaufgabe wie ein Monitoring im Umweltbereich aufdrängen würde. Derjenige des Bernischen Klimaprogrammes ist als Querschnitt durch Grosslandschaften jedoch auch methodisch von besonderer Relevanz. Die Gelegenheit zu einem Transekt durch verschiedene Landschaftstypen der Schweiz muss als interessante und wertvolle Gelegenheit für derartige Erhebungen bezeichnet werden. Ausgewählte Ergebnisse werden auf dem Geoportal des Kantons Bern publiziert (siehe Internet-Adressen).

Mit der von GLOBE Schweiz initiierten nationalen Phänologie-Plattform PhaenoNet (Kapitel 7) werden auch Schülerinnen und Schüler in die Lage kommen, phänologische Daten zu sammeln, auszuwerten und mit den Daten anderer Netze zu vergleichen. Das Phänologie-Protokoll von GLOBE bietet eine Gelegenheit für phänologische Tätigkeiten im Schulbetrieb in einem internationalen und globalen Rahmen.

Stations- und Regionsberichte BernClim

Rapports de station et de région BernClim

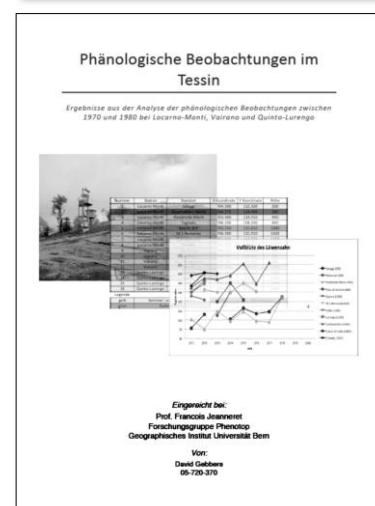
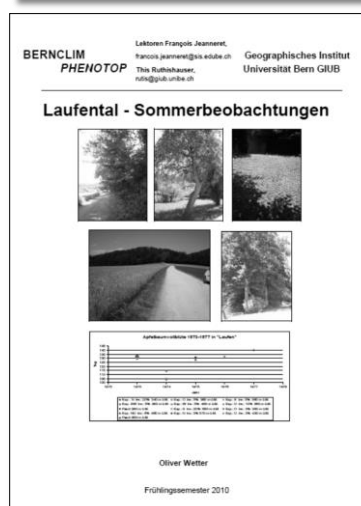
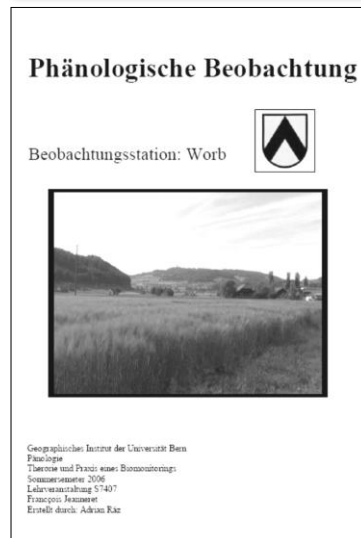
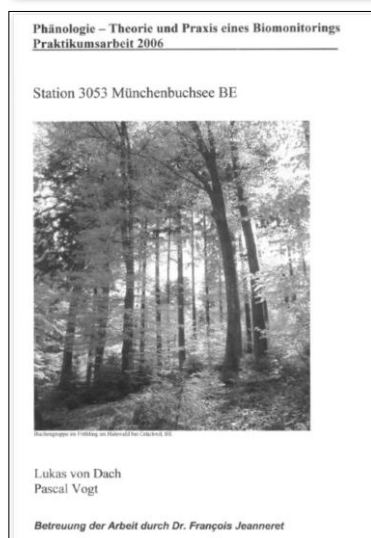
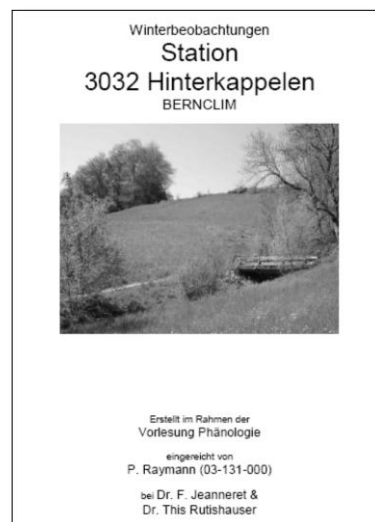


Abbildung 36: Im Rahmen des Praktikums zur Vorlesung „Phänologie und Saisonalität“ entstanden zahlreiche Stations- und Regionsberichte als Beiträge zu einem Inventar der Daten (Liste im Anhang).

Figure 36: Dans le cadre des travaux pratiques du cours « Phénologie et saisonnalité » contribuent avec de nombreux rapports de stations et de régions à un inventaire des données (liste en annexe).

5. Phänologie und Saisonalität in der Zeit – der Klimawandel

Von der Momentaufnahme zum Langzeitmonitoring

Der Kanton Bern finanzierte in den 1970er Jahre eine klimatologische Grundlagenforschung, welche topoklimatische Aufnahmen aufgrund von vier Beobachtungsjahren erarbeiten sollte, und 1970 trafen die ersten Daten ein (JEANNERET 1973). Aber viele der über 200 rekrutierten Beobachtenden gaben nach Projektende nicht auf, sondern machten die Beobachtung der Natur zu einem Teil ihres Lebens (Tabelle 7). Gleichzeitig dünnte allerdings das Netz immer mehr aus (Tabelle 7, Abbildung 6). Glücklicherweise blieben aber alle Regionen des Beobachtungsraumes vertreten. Somit wird es in Zukunft möglich sein, eine regionale Differenzierung der Reaktionen des Topoklimas auf den globalen Klimawandel (REBETEZ 2006) zu verfolgen.

BernClim-Beobachtungsnetz

Stich-jahr Année	Anzahl Stationen Nombre de stations	Anzahl Datensätze Nombre de données	
		Sommer Eté	Winter Hiver
1970	183	998	191'700
1971	130	966	119'500
1981	41	255	39'600
1991	26	196	21'600
2001	12	24	13'050
2011	6	30	2'250
Total	250	10'674	1'561'950

Tabelle 7: Anzahl Stationen und Beobachtungen pro Stichjahr (Tageswerte im Winterhalbjahr).

Tableau 7: Nombre de stations et de données par année représentée (valeurs journalières durant le semestre d'hiver)

Das Beobachtungsnetz durchlief in seiner Geschichte verschiedene Programmphasen, welche die Entwicklung der Institution und seiner Forschungsinteressen widerspiegelt (Tabelle 9).

5 Phénologie et saisonnalité dans le temps – les changements climatiques

De la saisie instantanée à la surveillance à long terme

Le canton de Berne finança durant les années 1970 une recherche climatologique de base, qui devait élaborer des relevés topoclimatiques à partir d'observations sur quatre années. Les premières données arrivèrent en 1970 (JEANNERET 1973). Cependant, de nombreux observateurs et observatrices parmi les 200 des débuts n'abandonnèrent pas leurs relevés après la fin du projet et firent de la surveillance de la nature une part de leur existence (Tableau 7). Simultanément, ce réseau s'effiloche (Tableau 7, Figure 6), mais heureusement, toutes les régions du périmètre observé restèrent représentées. Ainsi, il sera possible à l'avenir de procéder à une différenciation régionale des réactions du topoclimat aux changements climatiques globaux (REBETEZ 2006).

Réseau d'observation BernClim

Reihe Série	Anzahl Jahre Nombre années	Anzahl. Reihen Nombre séries	Kategorie Catégorie
Kurze Reihe Série courte	1-9	143	1
Lange Reihe Série longue	10 - 29	28	2
Standardreihe Série standard	≥ 30	8	3
Regionale Referenzreihe Série de référence régionale	≥ 30	5	4
Total		184	

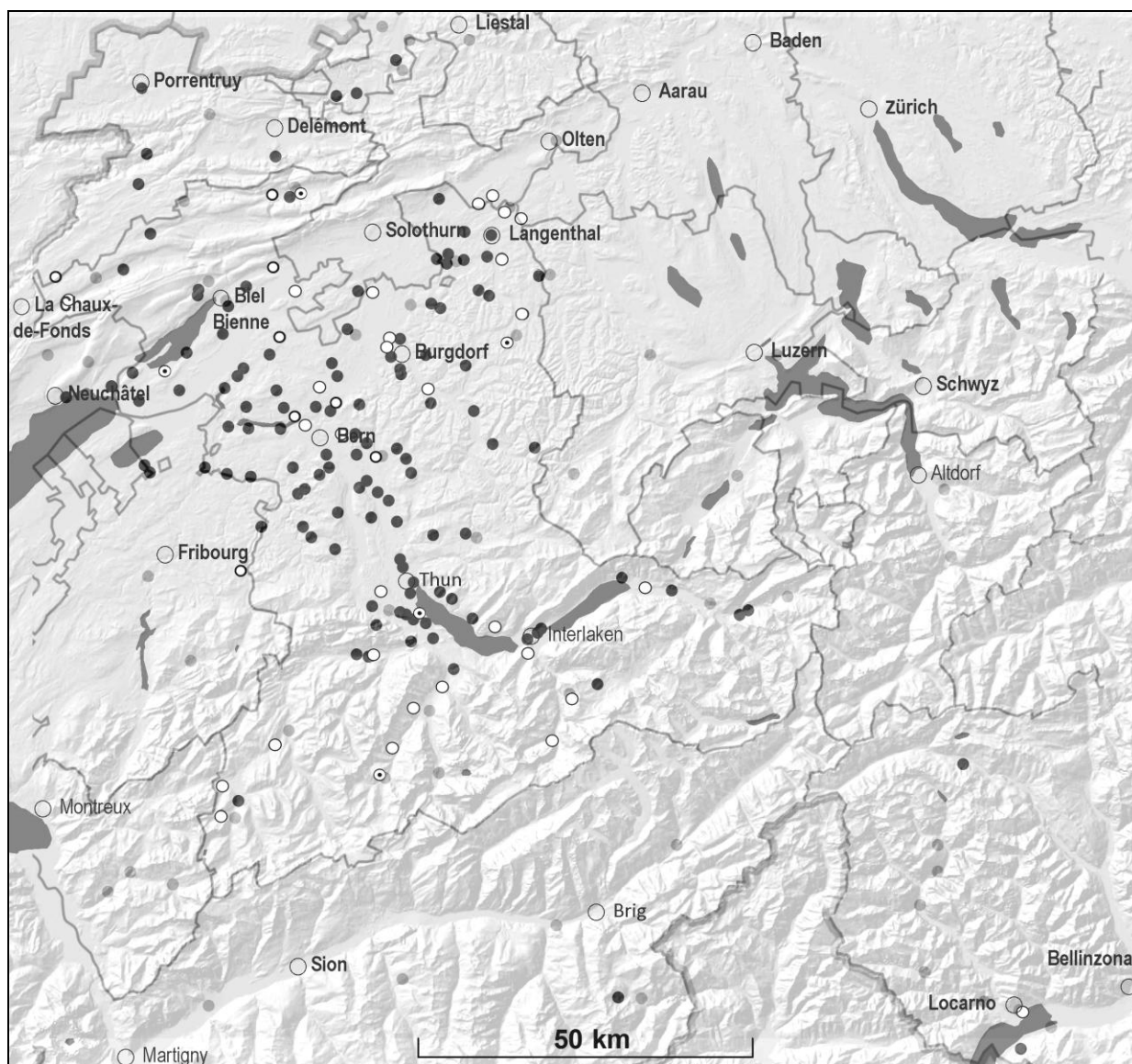
Tabelle 8: Vier Kategorien und Zahl von Datenreihen (Liste im Anhang).

Tableau 8: Quatre catégories et nombre de séries de données (liste en annexe).

Le réseau d'observation a connu au cours de son histoire différentes phases de développement qui reflètent le développement de l'institution et de ses intérêts scientifiques (Tableau 9).

Stationen und Datenreihen

Stations et séries de données



Reihe/Station	Série/station	Dauer (Jahre) durée (années)	Kategorie catégorie
● kurze Reihe	série courte	1 – 9	1
○ lange Reihe	série longue	10 - 29	2
○ Standard-Reihe	série standard	≥ 30	3
⊙ regionale Referenzreihe	série de référence régionale	≥ 30	4
● MétéoSchweiz-Station	station MétéoSuisse		

Abbildung 37: Karte der Stationen des Bernischen Klimaprogrammes BernClim (Tabelle 8) und –im Kanton Bern und in angrenzenden Gebieten – des Allgemeinen Netzes der MétéoSchweiz (Tabelle 8 und Tabelle 12 im Anhang).

Figure 37: Carte des stations du programme climatique bernois BernClim (Tableau 8) et – pour le Canton de Berne et les régions adjacentes – du réseau phénologique général de MétéoSuisse (Tableau 8 et Tableau 12 en annexe).

Die Entwicklungsphasen des Beobachtungsnetzes

Les phases de développement du réseau d'observation

Dauer Durée	Programmphase Phase du programme	Dichte der Stationen Densité des stations	Daten pro Jahr Données par année	Länge der Reihen (Jahre) Longueur des séries (années)	Anzahl Stationen Nombre de stations
1970-1974	<i>Initialphase</i> Phase initiale	<i>sehr hoch</i> très élevée	123'500	1-4	119
1975-1980	<i>Intensivphase</i> Phase intensive	<i>hoch</i> élevée	67'500	5-10	70
1981-2000	<i>Konsolidierungsphase</i> Phase de consolidation	<i>abnehmend</i> en diminution	22'500	11-30	26
2001-2011	<i>Referenzphase</i> Phase de référence	<i>niedrig</i> basse	10'000	30-40	9
2012-	<i>Integrationsphase</i> Phase d'intégration	<i>zunehmend</i> en croissance		> 40	?

Tabelle 9: Programmphasen des Bernischen Klimaprogrammes BernClim (im Sommerhalbjahr phänologische Eintrittsdaten, im Winter Tageswerte für die Schneeandauer und die Nebelhäufigkeit).

Tableau 9: Phases du programme climatique bernois BernClim (pour le semestre d'été des dates phénologiques et pour le semestre d'hiver des données journalières pour la couverture neigeuse et pour la fréquence du brouillard).

Die meisten Daten wurden im Verlaufe der Jahre digital erfasst – mit Ausnahme der Tageswerte der Winterbeobachtungen, die Schneeandauer und die Nebelhäufigkeit liegt ab 1977 lediglich als Monatswerte digital vor. Viele Daten sind allerdings noch nicht ausgewertet. Einstweiliges Ziel war es, eine Sammlung anzulegen, die jederzeit für topoklimatische Auswertungen (insbesondere im Hinblick auf raumplanerische und topoklimatische Fragestellungen) angewendet werden könnte (MESSERLI 1978).

Der Datenbestand (Tabelle 7, Tabelle 9, Anhang) ist für Sommer- und Winterhalbjahr sehr unterschiedlich: im Sommer werden mehr Beobachtungsflächen erfasst, im Winter entstehen durch die tageweise Erfassung mehr Daten.

Die Daten sind digital aufgenommen, die langen Reihen zusammengestellt, ergänzt und geprüft, in etwa 80 Stations- und Regionsberichten als Ergebnis der Lehrveranstaltung und einer Metadatenbank dokumentiert und aufgelistet. Diese Datenprüfung ist aber nicht standardisiert angewandt worden mit Ausnahme der regionalen Standardreihen. Die Datenqualität sollte sich aber in ähnlicher Art verbessern wie andere Klimaelemente, etwa die Temperatur (THORNE et al. 2010) vereinheitlicht werden: vom Stadium 0 (Originalaufzeichnungen) über die Aufnahme in ein natives (Stadium 1) und eines gemeinsamen Formates (Stadium 2) bis hin zur Integration in eine konsolidierte Datenbank (Stadium 3). Alle Zwischenschritte und deren Ergebnisse müssten aber auch in einer Metadatenbank dokumentiert werden.

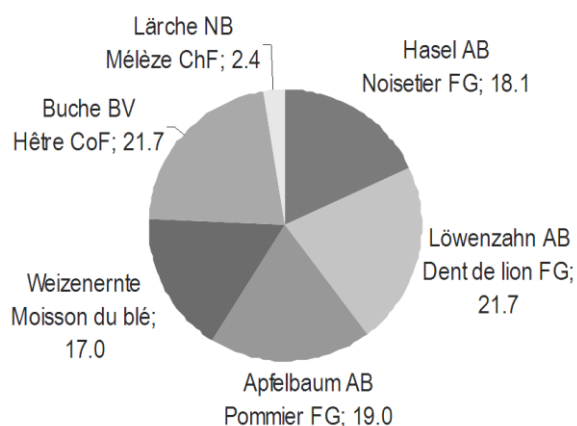
Im Anhang (Tabelle 12) vermitteln Stationslisten einen Einblick in die Verteilung der verfügbaren Sommer- und Winterdaten. Die Verteilung der über 10'000 phänologischen Sommer-Beobachtungen über 42 Jahre auf die verschiedenen Phasen (Tabelle 7,

Abbildung 38) verrät eine recht gleichmässige Aktivität der Beobachtenden. Die Löwenzahnblüte und die Herbstverfärbung der Buche sind mit je 22 % der Daten bestens vertreten, die Weizenernte (17 %) ist als heikle und diskutabile Phase bekannt kann nicht überall beobachtet werden und fällt oftmals in die Sommerferien. Die Verfärbung der Nadeln der Lärche (2,4 %) wird als Ersatz für fehlende Buchen erhoben.

Zahlreiche Arbeiten liegen vor, welche Auswertungen von BernClim-Daten zum Thema haben. Die kurzen Reihen der 1970er-Jahre wurden in einem ersten Bericht von 1978 (MESSERLI et al. 1978) dokumentiert und in weiteren Publikationen (VOLZ 1978, 1979) diskutiert. Weiterführende Studien aufgrund von kurzen Reihen wurden dem Nebel (WANNER 1978) und dem Schnee (WITMER 1978, 1979) gewidmet.

Einzelne Gebiete mit längeren Reihen (östlicher Jura, Saanenland, Kandertal, tieferes Mittelland) und einzelne Themen wurden in unveröffentlichten Arbeiten bearbeitet (BÄCHTIGER 2003, HUG 2005, KOTTMANN 2008, 2009, INDERMÜHLE 2011, BLATTER 2011).

Fünf phänologische Phasen



Cinq phases phénologiques

AB Allgemeine Blüte
 FG Floraison générale
 BV Blattverfärbung
 CoF Coloration des feuilles
 NF Blatt-/Nadelfall
 ChF chutes des feuilles/aiguilles

Abbildung 38 : Verteilung der phänologischen Daten auf die fünf beobachteten Phasen in %.

Figure 38 : Répartition des données phénologiques sur les cinq phases observées en %.

Referenzstationen

– verlässlich und repräsentativ

Leuchttürmen gleich stehen einige Beobachtungsstationen im Land, welche lange, verlässliche Datenreihen hervorgebracht haben, welche als Leit- und Vergleichswerte für eine ganze Region repräsentativ sind. Sie sollen es ermöglichen, kürzere Reihen vervollständigen und ergänzen zu können, die zwar sehr zahlreich, aber nur über wenige Jahre lang Daten hinterlassen haben. Die Referenzstationen weisen mehr als 30 Beobachtungsjahre auf, ihre Daten wurden geprüft, damit diese für ein weites Gebiet Gültigkeit haben können. Es muss als ein Glücksfall bezeichnet werden, dass somit die grösseren Naturräume des Beobachtungsperimeters vertreten sind (Tabelle 10).

Les stations de référence

– fiables et représentatives

Véritables phares, quelques stations ont produit de longues séries de données fiables qui peuvent servir de référence et pour des comparaisons, représentant toute une région. Elles permettent de compléter des séries plus courtes bien plus nombreuses, mais limitées à quelques années. Les stations de référence offrent plus de 30 années d'observations vérifiées, ainsi validées pour une région relativement vaste. Par un heureux hasard, tous les types d'espaces naturels importantes sont ainsi représentés (Tableau 10).

Regionale Referenzstationen

Region Région	Nr No	Ort Localité	Höhe Altitude	von de	bis à	Referenzraum Espace de référence
201 Seeland Trois Lacs	2576	Lüscherz	450	1970	2008	Tieferes Mittelland Moyen Pays inférieur
107 Südlicher Faltenjura Jura plissé méridional	2743	Eschert	725	1970	2011	Jura Haute Chaîne
304 Thuner/Brienzersee Lacs de Thoune/Brienze	3646	Einigen/Spiez	560	1970	2011	Alpenrand Bord des Alpes
303 Kandertal Vallée de la Kander	3715	Adelboden	1350	1970	2011	Alpenordhang Versant nord des Alpes
205 Hügelland Collines	4954	Wyssachen	710	1970	2011	Höheres Mittelland Moyen Pays supérieur

Tabelle 10: Charakteristische Referenzstationen in ihrer repräsentierten Regionen.

Stations régionales de référence

Tableau 10: Stations de référence caractéristiques et régions représentées.

Weitere Stationen weisen allerdings auch längere Reihen mit verlässlichen Daten auf und können so ebenfalls zu Vergleichen und Ergänzungen herangezogen werden. Die längeren Reihen dienen ferner dazu, die grosse Zahl der kurzen Reihen zu einer dichten Langzeitkartierung zu ergänzen (beispielsweise mit den Programmpaketen BernClim-Tools).

Nach Jahrzehnten – der Klimawandel wird spürbar

Das Berner Klimaprogramm war eigentlich nur für eine Kartierung nach wenigen Beobachtungsjahren ausgelegt. Der Klimawandel war zwar in den 1970er-Jahren schon mal ein Thema, aber für dieses regionale Projekt kaum von Bedeutung. Mehr als vierzig Jahre später sieht alles anders aus, die Beobachtungen belegen es. Das Netz fand eine neue Bestimmung: Es widerspiegelt nun die Veränderungen in der Zeit, während sich die klimatischen Veränderungen immer intensiver und eher schneller bemerkbar machen. Nun lassen sich anhand der Beobachtungsdaten die räumliche Differenzierung der topoklimatischen Veränderungen vergleichen.

Um im Wechselspiel von jährlichen Schwankungen der phänologischen Ereignisse eine Übersicht zu schaffen, müssen mit statistischen Mitteln die Tendenzen (Trends) herausgearbeitet werden. Der lineare Trend ist das einfachste Mittel dazu. Ist die Steigung der Kurve negativ – zeigt sie also abwärts – bedeutet dies eine Verfrühung, im gegenteiligen Fall eine Verspätung. Die Entwicklung der allgemeinen Blüte der Hasel in Wyssachen von 1972 bis 2011 dient als Beispiel (Abbildung 39, Tabelle 11).

Für die Ermittlung des Trends ist allerdings die verfügbare oder gewählte Zeitspanne wichtig. Wird im genannten Beispiel die ganze Beobachtungsperiode betrachtet, so ergibt der lineare Trend eine gleichmässige Verfrühung von fünf Tagen pro Jahrzehnt. Wird nur ein Teil der Periode untersucht, so ergeben sich beispielsweise für die Zeit von 1972 bis 1986 eine Verspätung von einem Tag pro Jahr, für 1986 bis 2002 dagegen eine Verfrühung von fast zwei Tagen pro Jahr, für 2002 bis 2011 schliesslich eine Stabilisierung.

Die Trendumkehr im Klimawandel und somit auch in den phänologischen Daten liegt wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre, was die Ergebnisse von Auswertungen von Daten aus der Schweiz (STUDER, APPENZELLER, DEFILA 2005, RUTISHAUSER und STUDER 2007) und Europa bestätigt (SCHLEIP, MENZEL, DOSE 2010). Trendumkehr-Punkte sind allerdings auch für Zeiten vor der BernClim-Projektphase auszumachen (RUTISHAUSER et al. 2009).

Die Bedeutung der Referenzperioden

Après des décennies – les changements climatiques sont perceptibles

Le programme climatique bernois n'était conçu que pour un relevé basé sur quelques années d'observation. Les changements climatiques étaient certes déjà à l'ordre du jour dans les années 1970, mais ne faisaient pas partie du mandat. Plus de quarante ans plus tard, tout est différent, les observations en sont la preuve. Ainsi, le réseau trouva une nouvelle vocation: il refléta dorénavant l'évolution dans le temps, tandis que les changements climatiques s'intensifièrent et se firent remarquer de plus en plus rapidement. Ainsi les données des observations permettent de reconnaître les différenciations spatiales des modifications topoclimatiques.

Afin de dégager les grandes lignes de l'évolution des saisons parmi les alternances annuelles des événements phénologiques, il faut avoir recours à des outils statistiques dégagant des tendances générales. La tendance linéaire en est le moyen le plus simple. Si la pente de la courbe est négative – et s'oriente donc vers le bas – la tendance est à une évolution de plus en plus précoce, dans le cas contraire, à un retard. Le développement de la floraison générale du noisetier à Wyssachen de 1972 à 2011 sert d'exemple (Figure 39, Tableau 11).

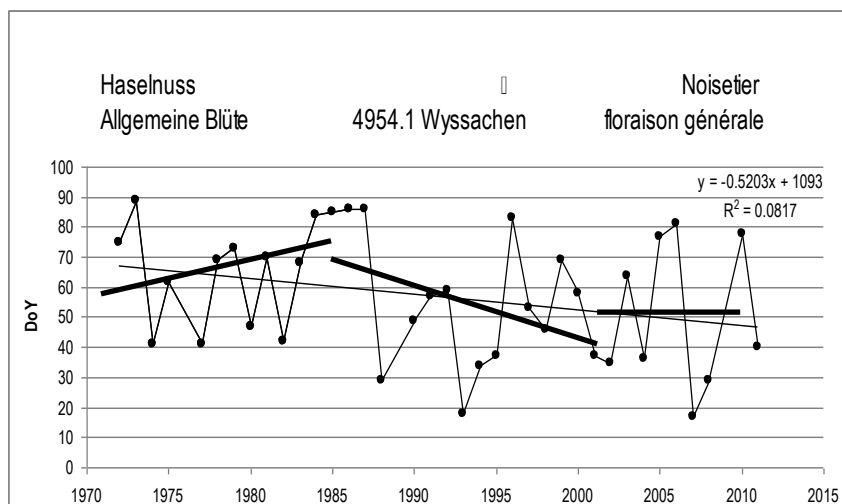
Pour la détermination de la tendance, la période de référence est importante. Si pour l'exemple cité, on prend en considération la période entière, il en ressort une tendance linéaire à une date de cinq jours plus précoce par décennie. Lorsqu'une partie seulement de la période est analysée, il en résulte par exemple pour la période de 1972 à 1986 un retardement de dix jours par décennie, pour celle de 1986 à 2002 des dates plus précoces de vingt jours par décennie et enfin, pour 2002 à 2011, une stabilisation.

Le renversement de la tendance et donc de l'évolution phénologique s'est vraisemblablement produit dans la deuxième moitié des années 1980, ce qui est confirmé par les exploitations de données en Suisse (STUDER, APPENZELLER, DEFILA 2005, RUTISHAUSER et STUDER 2007) et en Europe (SCHLEIP, MENZEL, DOSE 2010). Des renversements de tendance sont également probables pour la période qui précède le projet BernClim (RUTISHAUSER et al. 2009).

L'importance de la période de référence

Abbildung 39: Trends der allgemeine Blüte der Hasel in Wyssachen für die ganze Beobachtungsperiode (feine Gerade) und von Teileperioden (fette Geraden).
Gleichung: $y = mx + b$

Figure 39: Tendances pour la période d'observation entière (droite fine) et pour des périodes partielles (droites en gras)
Equation: $y = mx + b$



Zeitabschnitt Période	1971-2011	1971-1987	1987-2002	2002-2011
Steigung m Pente m	-0.5203	0.9406	-1.5922	0.0588
Y-Schnittpunkt b Ordonnée à l'origine b	+ 1093	- 1795	+ 3228.7	- 67.235
Bestimmtheitsmass R² Coefficient de détermination R²	0.0817	0.0602	0.1571	0.0001

Tabelle 11: Gleichung und Bestimmtheitsmass der Trends der allgemeine Blüte der Hasel in Wyssachen für die ganze Beobachtungsperiode und von Teileepochen (Abbildung 39).

Tableau 11: Equation et coefficient de détermination des tendances pour la période d'observation entière et pour des périodes partielles (Figure 39).

Als allgemeine Aussage lässt sich sicher feststellen, dass der Frühling meist deutlich früher einsetzt (Blüte der Apfelbäume, Abbildung 40). Beim Herbst ist es nicht ganz so klar: etliche Stationen lassen einen Trend zu einer Verspätung erkennen, andere nicht, und auch der gegenteilige Effekt kann vorkommen – mit andern Worten: die Verlängerung der Vegetationsperiode lässt sich vor allem am Frühling nachweisen.

Une première constatation générale concerne le printemps, généralement de plus en plus précoce (floraison des pommiers, Figure 40). En automne, les choses ne sont pas si claires: certaines stations laissent entrevoir une tendance à un retardement, d'autres pas, et le contraire peut aussi se présenter – en d'autres termes: le prolongement de la période de végétation est surtout basé sur le printemps.

Der Ablauf der Vegetationszeit einer Referenzstation

L'évolution de la période de végétation d'une station de référence

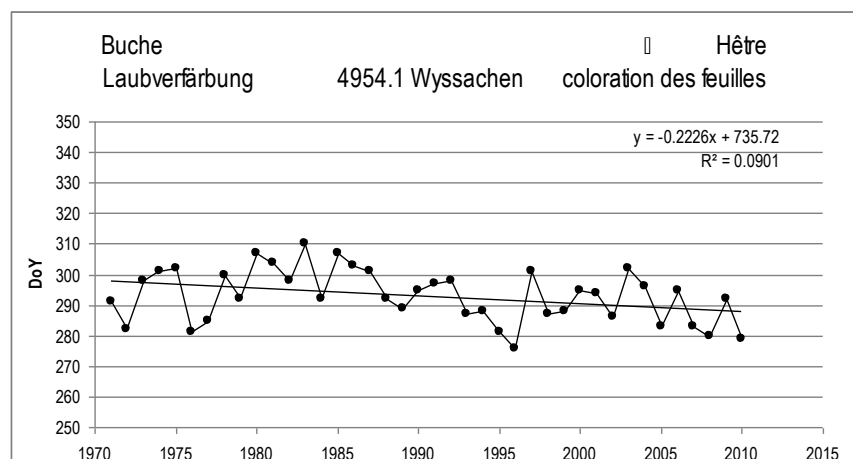
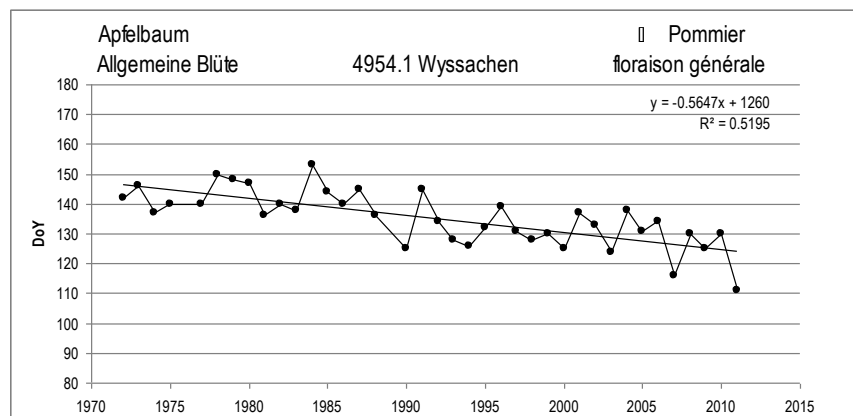
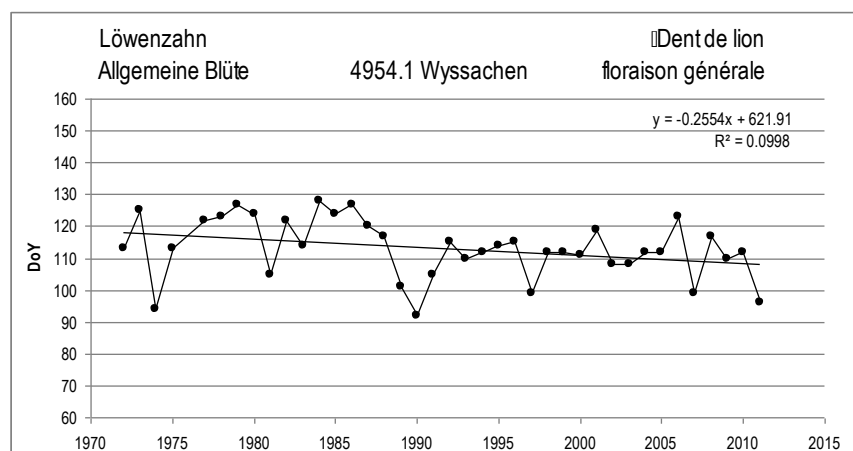
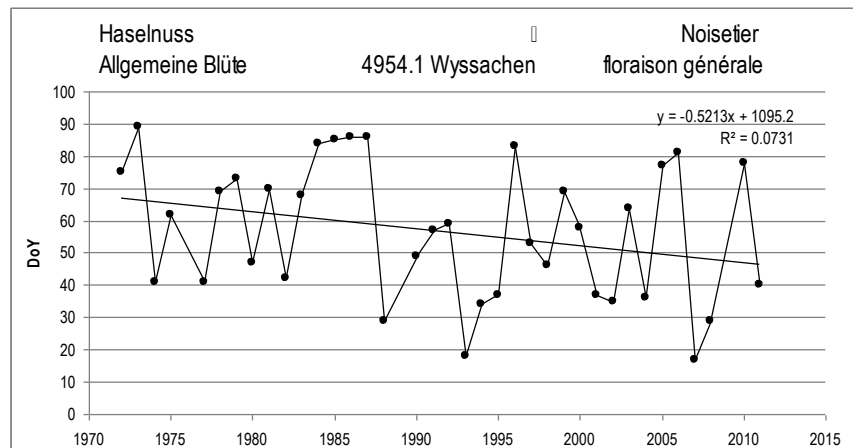


Abbildung 40: Datum der allgemeinen Blüte der Hasel, des Löwenzahns und des Apfelbaums sowie der Weizenernte und der Blattverfärbung der Buche der Standardstation 4954 Wyssachen mit linearer Trendkurve und Gleichung.

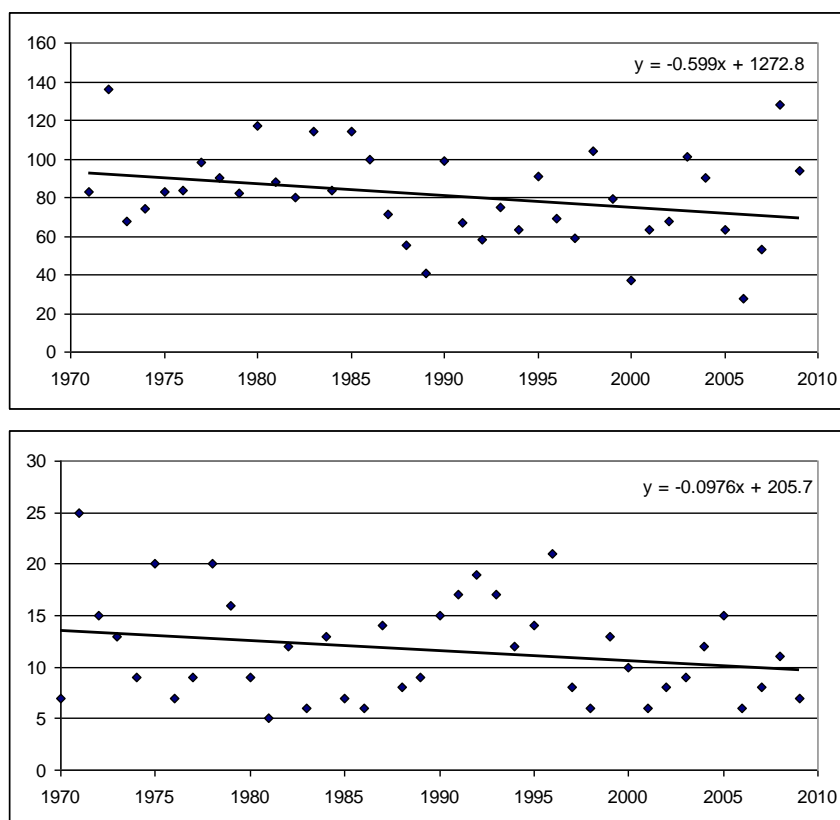
Figure 40: La date de la floraison générale du noisetier, de la dent de lion et du pommier ainsi que de la moisson du blé et de la coloration des feuilles du hêtre à la station standard de Wyssachen avec la courbe de tendance et son équation.

Der Ablauf des Winters einer Referenzstation

L'évolution de l'hiver d'une station de référence

Abbildung 41: Zeitreihe der Andauer der Schneedecke und der Häufigkeit des Nebels in der Standardstation 4954 Wyssachen

Figure 41: Série temporelle de la durée de la couche neigeuse et de la fréquence du brouillard de la station standard 4954 Wyssachen.



Im Winter sind die Tendenzen in tieferen Lagen recht eindeutig. Schneeandauer und Nebelhäufigkeiten nehmen meist ab. Das heisst nicht, dass es nicht auch lange Winter geben kann, wie 2005/06 und 2008/09 zeigen (Abbildung 41), und der Nebel wird wohl nicht seltener, er liegt lediglich höher. Immerhin können diese Entwicklungen auf die allgemeine Klimaerwärmung hinweisen, die auch im Querschnitt zwischen Jura, Mittelland und Alpen deutlich spürbar wird (Abbildung 42, Abbildung 43, Karten im Anhang).

Auffallend ist ferner der Umstand, dass die Klimaänderungen nicht gleichmässig erfolgen. Bis in die Achtzigerjahre beobachtet man eine stabile Periode, dann ändern die Bedingungen jedoch recht intensiv (Abbildung 40, Abbildung 41). Die Beobachtungen liefern auch konkrete Anzeichen: die Verschiebung der Jahreszeiten lassen sich mit Beobachtungen an Pflanzen, Schnee und Nebel besser veranschaulichen als mit zwar mess-, aber im täglichen Wettergeschehen kaum wahrnehmbaren Temperaturänderungen.

Im vierten Bericht des IPCC (2007) wurden die phänologischen Anzeichen des Global Change einbezogen. Die Klimaerwärmung wird vor allem als ein thermisches Phänomen empfunden, aber die Veränderungen in Klima und Umwelt reichen natürlich viel weiter. Phänologie wird nicht mit Instrumenten, sondern anhand von Organismen betrieben, letztere widerspiegeln eine komplexe Realität. Der Mensch ist auch eine Art der Biosphäre und hat deshalb ein grosses Interesse, nicht nur Instrumente abzulesen, sondern auch ganzheitlich Pflanzen, Tiere und natürliche Phänomene in ihrer zeitlichen Entwicklung zu erfassen.

En hiver, les tendances sont assez marquées en basse altitude. La durée de la couverture neigeuse et la fréquence du brouillard diminuent. Ceci ne veut pas dire que de longs hivers sont exclus – les hivers 2005/06 et 2008/09 sont de bons exemples (Figure 41). Le brouillard se fait pas plus rare, mais monte en altitude. Cependant, ces développements peuvent soutenir la thèse d'une modification climatique générale, qui est aussi bien perceptible entre Jura, Moyen-Pays et Alpes (cartes en annexe, Figure 42, Figure 43).

Seulement, il est frappant que les modifications climatiques ne se présentent pas de manière régulière. Les quarante ans se présentent comme une période relativement stable jusqu'aux années 1980, ensuite les conditions changent de manière intense (Figure 40, Figure 41). Les observations fournissent des signes concrets: les décalages des saisons sont plus visibles par les observations de plantes, de la neige et du brouillard que par des changements de températures mesurées dans le cadre des conditions météorologiques, à peine ressenties.

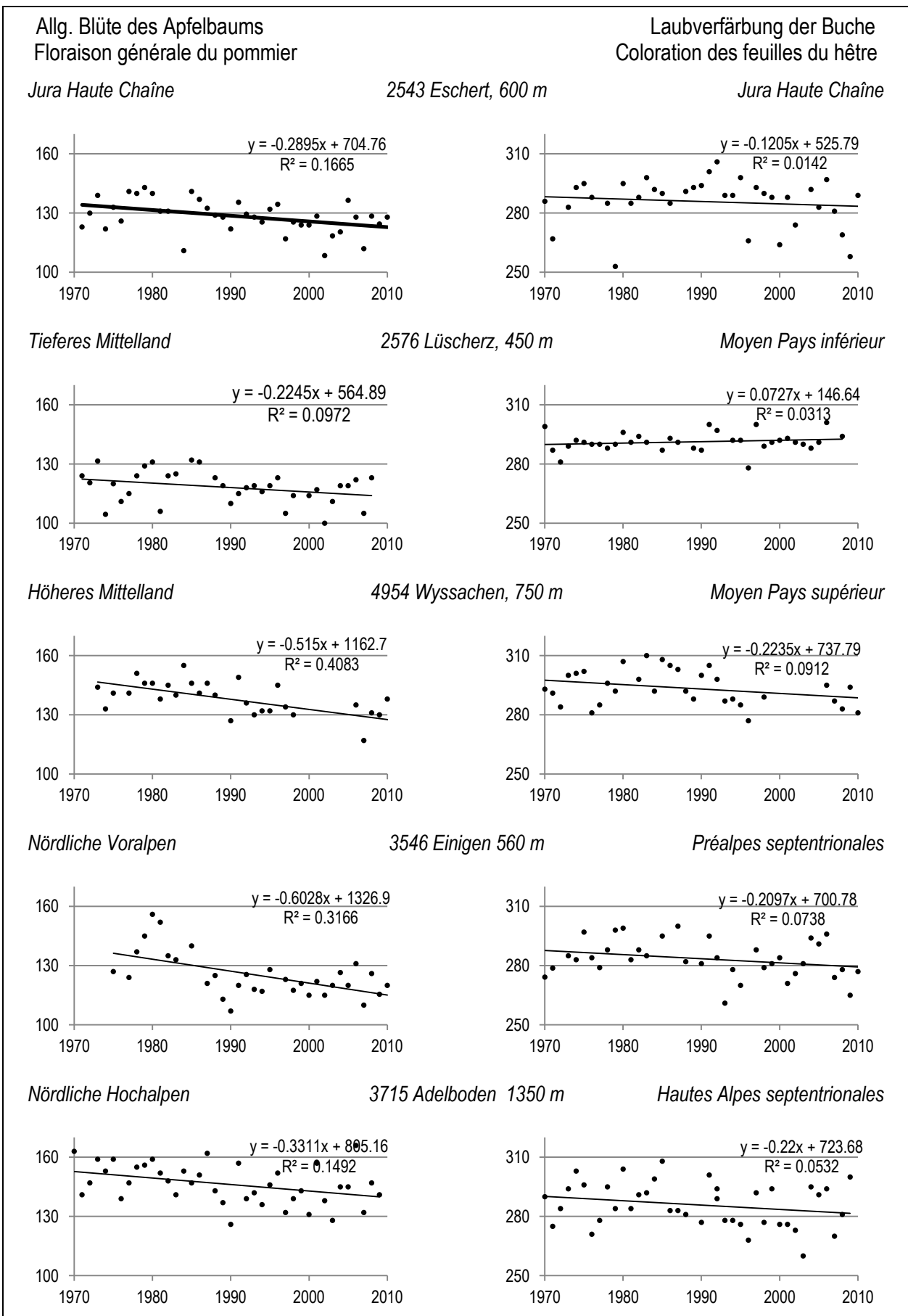


Abbildung 42: Langzeit-Trends von Frühlings- und Herbstphasen der regionalen Referenzstationen.

Figure 42: Tendances à long terme des phases printanières et automnales par région.

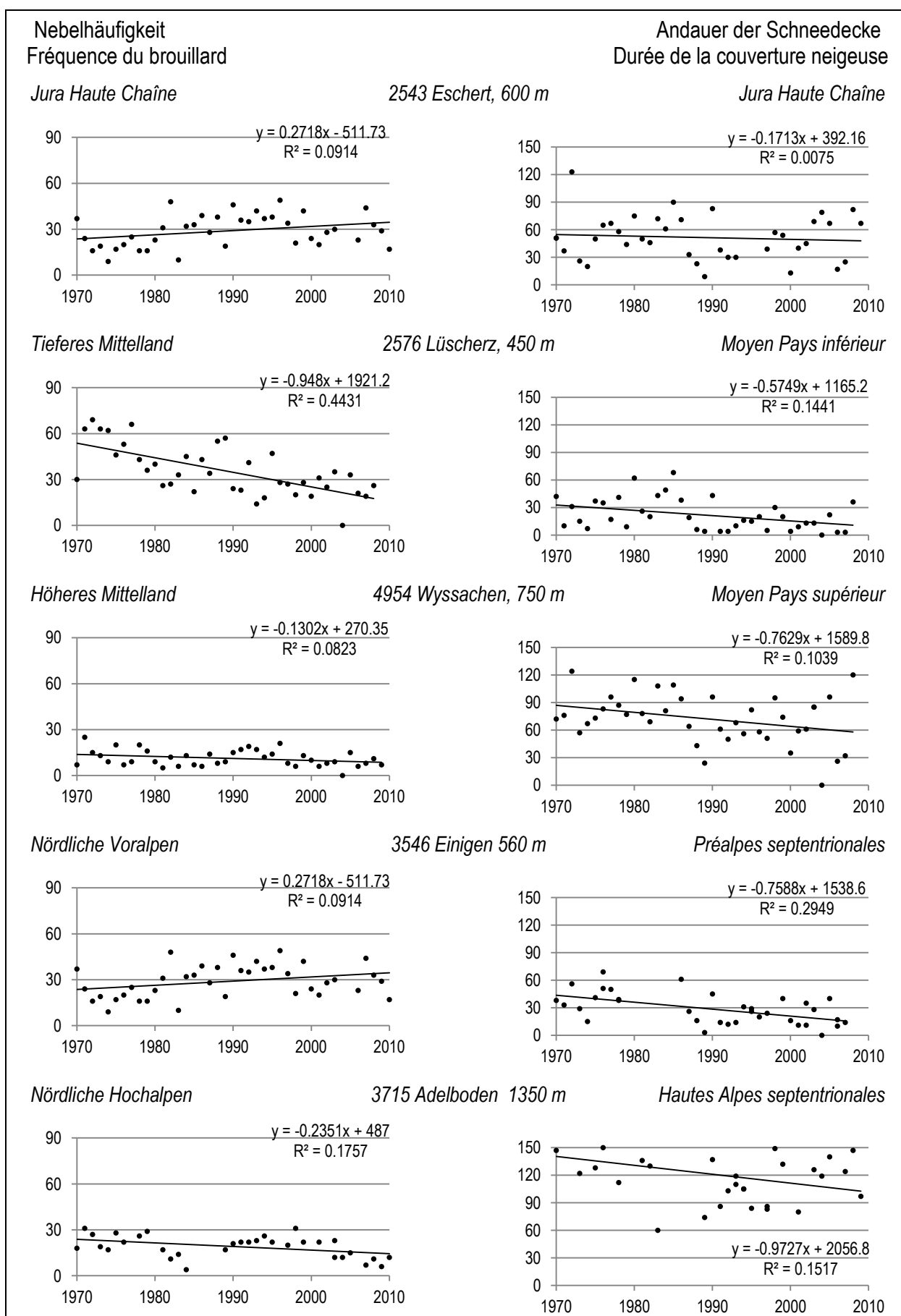


Abbildung 43: Langzeit-Trends von Winterelementen der regionalen Referenzstationen.

Figure 43: Tendances à long terme d'éléments hivernaux des stations de référence régionales.

6. Pflanzen, Nebel, Schnee – die Jahreszeiten

Früh oder spät – Schlüsselfrage der Saisonalität

Die klassische Phänologie fragt nach dem Zeitpunkt des Auftretens einer Phase, vor allem wenn sie eine Jahreszeit ankündigt. Dies ist insbesondere für die Apfelblüte (Beginn des Frühlings) und der Herbstverfärbung der Buche (Herbstbeginn) der Fall (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011). Der Winter in mittleren und hohen Breiten wird vor allem durch die Dauer der Schneedecke gekennzeichnet und oft auch durch die Häufigkeit des Nebels. Letzterer charakterisiert die thermischen Inversionen und ihre Persistenz. Somit stellt der Ablauf im Jahr, das „Timing“ der Jahreszeiten, die Kernaussage der Saisonalität dar.

Die von BernClim angesammelten Daten dienen nicht nur der Kartierung des Topoklimas und der Erfassung des regionalen Klimawandels, sondern auch der Frage der Saisonalität. In der Tat können mit phänologischen Daten die Jahreszeiten weit leichter veranschaulicht werden als mit meteorologischen Daten.

Der langjährige Vergleich der Saisonalität dreht sich um das Kernthema, wie sich die alljährliche Abfolge der Jahreszeit verändern, denn kein Jahr gleicht dem andern. Im räumlichen und zeitlichen Kontext sind somit Phänologie und Saisonalität an der relativen Abfolge der Jahresrhythmen interessiert, somit an den Begriffen „früh“, „durchschnittlich“ und „spät“. Der jahreszeitliche Rhythmus ist nicht regelmässig getaktet, sondern kennt viel Abweichungen von „durchschnittlichen“ Bedingungen, die wohl besser nicht als „normal“ bezeichnet werden sollten. Die Kernaussagen von Phänologie und Saisonalität sind somit auf eine Einordnung in den durchschnittlichen Jahreszeitenablauf fokussiert.

Die Stärke des Spezialnetzes BernClim besteht unter anderem in der präzisen Erfassung der Metadaten an den Beobachtungsstandorten. Jede Beobachterin und jeder Beobachter kann an der Station beliebig viele Standorte definieren mit der Vorgabe, dass für jeden Standort Höhenangabe, Neigung und Ausrichtung genau erfasst werden. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, phänologische Zeitreihen auf Trends hin zu analysieren und anschliessend die Einflüsse von Geländeparametern zu untersuchen.

JEANNERET et al. (2010) untersuchten den BernClim-Datensatz der Periode 1971–2000 und den beiden Unterperioden 1971–1985 („früh“) und 1986–2000 („spät“). Alle Frühlings-Pflanzenphasen (Haselblüte, Löwenzahnblüte, Apfelblüte) wurden einbezogen. Für die Berechnungen der Trends mit einer linearen Regressionsgleichung mit dem Eintrittsdatum als abhängige Variable mussten die Zeitreihen mindestens zwölf Beobachtungen in der ganzen Periode und mindestens sechs in der jeweiligen Unterperiode enthalten. Anschliessend wurden die Trendwerte nach verschiedenen Kriterien klassiert. Die Kriterien beinhalten die drei Zeitperioden, sowie die Höhe über Meer, die Exposition sowie einem Strahlungsindex TASL (*Transformed Aspect and Slope*, $-1 < \text{TASL} < 1$), der die Intensität der Wechselwirkung der einfallenden Strahlung in Funktion von Exposition und Hangneigung wiedergibt (KOTTMANN 2007). Jedes Kriterium wurde wiederum in mehrere Klassen unterteilt. Die drei Höhenstufen waren < 600 m. ü. M., > 900 m. ü. M. oder der dazwischen liegende Bereich. Die Exposition wurde in die beiden Ausrichtungen Nord (NW–E) und S (SE–W) unterteilt. Die Strahlungsintensität schliesslich wurde in kalt ($\text{TASL} \leq -0.05$), flach und warm ($\text{TASL} \geq 0.05$) unterteilt (RUTISHAUSER et al. 2010).

Die Resultate zeigen, dass sich in der Periode 1971–2000 an den Standorten aller Kategorien alle drei Phasen verfrüht haben und am Ende der Beobachtungsperiode rund 12 Tage früher eintreten. Gleichzeitig verspäteten sich die Daten in der frühen Teilperiode vor 1985. Der negative Trend von 1986 bis 2000 war aber stärker, was zu einer kumulierten Verfrühung führte.

6 Plantes, brouillard, neige – les saisons

Tôt ou tard – question clé de la saisonnalité

La phénologie classique recense la date de l'apparition d'une phase, en particulier lorsqu'elle annonce une saison. C'est le cas de la floraison des pommiers (début du printemps) et de la coloration des feuilles du hêtre (début de l'automne, JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011). Dans les latitudes moyennes et hautes, l'hiver est caractérisé par le début et la durée de l'enneigement, et souvent aussi par l'apparition du brouillard. Ce dernier caractérise les inversions thermiques et leur persistance. Le déroulement au cours de l'année, le rythme des saisons, représente l'affirmation clé de la saisonnalité.

Les données recueillies par BernClim ne servent pas seulement au relevé cartographique du topoclimat et des changements climatiques, mais aussi à la question de la saisonnalité. En effet, il est bien plus facile de décrire les saisons avec des données phénologiques qu'avec des valeurs météorologiques.

Analyse nach topoklimatischen Faktoren

Analyse d'après des facteurs topoclimatiques

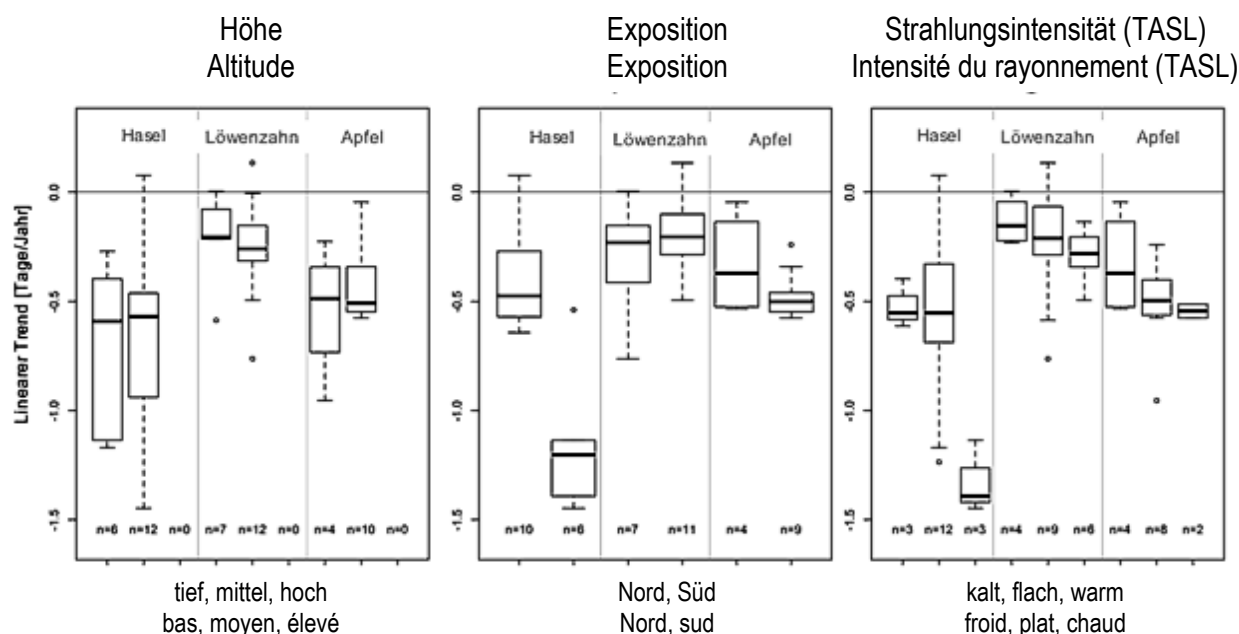


Abbildung 44: Analyse von linearen Trendberechnungen 1971–2000 der Haselblüte, Löwenzahnblüte und Apfelblüte in Tagen/Jahr in Bezug auf Höhen-, Expositions- und Strahlungsintensitätsklassen (Transformed Aspect and Slope).

Figure 44: Analyse des tendances linéaires 1971–2000 pour la floraison des noisetiers, de la dent de lion et des pommiers en jours par année en fonction des altitudes et des classes d'exposition et d'intensité de l'insolation (Transformed Aspect and Slope).

Die Kategorien sind tief, mittel und hoch (Höhe: < 600 m ü. M., 600–900 m ü. M., > 900 m ü. M.), Nord, Süd (Exposition: NW–E, SE–W), und kalt, flach oder warm (Strahlungsintensität: TASL > 0.5, 0.5– -0.5, < -0.5). *n* ist die Anzahl berechneter Trend (aus JEANNERET et al 2010).

Les catégories sont basses, moyennes et hautes (altitude: < 600 m, 600–900 m, > 900 m), nord, sud (exposition: NW–E, SE–W), et froid, plat ou chaud (TASL Intensité de l'insolation: TASL > 0.5, 0.5– -0.5, < -0.5). *n* est le nombre de tendances calculées (tiré de JEANNERET et al 2008).

Die Analyse der Trends verschiedener naturräumlicher Klassen der Periode 1971–2000 zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede (Abbildung 44). Allerdings sind Hinweise auf systematische Unterschiede zu finden. Mit Blick auf die Höhenklassen zeigen sich bei allen drei Phasen keine statistisch signifikanten Unterschiede (Abbildung 44 links). Die Trends aller drei Phasen und aller Höhenstufen waren fast ausschliesslich negativ und bewegten sich im Mittel (Median) zwischen 2.5 Tage/Dekade für Löwenzahn und 5.5 Tage/Dekade für Hasel und Apfel. Expositionsunterschiede zeigt die Hasel, wo Süd exponierte Standorte einen Trend von 11.5 Tagen pro Dekade aufweisen und am Ende der Untersuchungsperiode rund einen Monat früher blühen als am Anfang (Abbildung 44 Mitte).

Bei Löwenzahn und Apfelbaum fallen keine Unterschiede auf. Auch bei der Analyse der Strahlungsintensität fällt die Haselblüte an sonnigen, warmen Standorten auf, wobei der Median-Trend hier sogar bei rund 14 Tagen/Dekade liegt (Abbildung 44 rechts). Hier zeigt sich, dass aus Exposition und Hangneigung hergeleitete Strahlungsintensitätsklassen (TASL), eine verfeinerte Beschreibung zulassen. Zunehmend sonnigere und wärmere Standorte zeigen stärkere, negative Trends als schattigere, kühlere Standorte, wobei der Unterschied rund 2 Tage/Dekade beträgt und nicht statistisch signifikant ist.

Zusammenfassend zeigen die Auswertungen der BernClim-Beobachtungen zwischen 1971 und 2000, dass die Unterschiede von der früheren zur späteren Teilperiode die Analyse grösser sind als die naturräumlichen Unterschiede. Die Klassierungen nach Höhenunterschieden, Exposition und Strahlungsintensität zeigten einzig bei in der Strahlungsintensität (TASL), dass an sonnigen Hängen die Phasen früher eintreten als an Schattenhängen. Weitere Qualitätskontrollen und die Verlängerung des Datensatzes bis 2010 werden weitere Analysen ermöglichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen aber, dass sorgfältig erhobene Metadaten bei phänologischen Netzwerken wie BernClim wichtige Zusatzinformationen liefern können.

Jahreszeiten auf einen Blick – die Saisonalität

Der jahreszeitliche Rhythmus der Natur ist eine jährliche Wiederholung eines ähnlichen Musters, welches aber doch jedes Jahr ein eigenes Gepräge entwickelt. Dies lässt sich während der Vegetationsperiode mit phänologischen Beobachtungen erfassen, im Winter müssen abiotische Daten wie Frost, Schnee, Eis und Nebel herangezogen werden.

Die Darstellung dieser Rhythmen ist auf verschiedene Art möglich: mit Kalendern, Uhren und weiteren Graphiken (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011) oder als kombinierte Kurven (Abbildung 45). Noch anschaulicher ist eine für einzelne Jahre und längere Beobachtungsperioden geeignete, den wohlbekannten Klimadiagrammen nachempfunden Graphik, das Jahreszeitendiagramm. Dieses könnte als normalisierte Graphik einen Saisonalitäts-Fingerabdruck leicht lesbar zur Darstellung bringen.

Es ist nicht ganz einfach, pflanzenphänologische Daten etwa mit der Häufigkeit der Nebeltage inhaltlich und graphisch zu kombinieren. Jedes Element reagiert auf eine komplexe Weise auf Klimaveränderung. Die zunehmende Länge der Vegetationsperiode ist eine Chance für Landwirtschaft und Sommertourismus. Zunehmende Höhe und Dauer der Winternebel führen jedoch nicht nur zu mehr Verkehrsproblemen, sondern auch zu Gesundheitsrisiken infolge der Smogsituationen in dicht bevölkerten Gebieten, die oft in Becken mit häufigen thermalen Inversionen festgestellt werden. Die reduzierte Dauer der Schneedecke wegen der Erwärmung der Wintertemperaturen hat wohlbekannte wirtschaftliche Folgen für den Wintertourismus. All diese Variationen sind typisch für den topoklimatischen Massstab, sie hängen vom Relief ab und werden durch biotische und abiotische phänologische Daten widergegeben.

Das Jahreszeitdiagramm – biotische und abiotische Beobachtungsdaten

Ein Jahreszeitdiagramm soll den Ablauf von Jahreszeiten in einer einfach lesbaren Darstellung veranschaulichen. Anhand von BernClim-Daten kann die Idee einer aussagekräftigen standardisierten Graphik demonstriert werden (JEANNERET 1997b, 2005, JEANNERET und RUTISHAUSER 2010), und zwar anhand der Daten von fünf pflanzenphänologischen Phasen und für den Winter von Tagesbeobachtungen von Nebel und Schnee. Zwei ausgewählte Stationen Lüscherz am Bielersee (Seeland im tieferen Mittelland) und Schwarzenbourg Moos (im höheren Mittelland) vertreten zwei unterschiedliche Regionalklimas und erlauben, das Konzept des phänologischen Jahreszeitdiagramms zu illustrieren (Abbildung 46).

Les saisons d'un coup d'œil – la saisonnalité

Le rythme saisonnier de la nature est une répétition annuelle d'un développement semblable qui déploie néanmoins chaque année une caractéristique propre. Durant la période de végétation, ce rythme peut être saisi par des observations phénologiques; en hiver, des données abiotiques telles que le gel, la neige, la glace et le brouillard seront appliquées.

La représentation de tels rythmes est possible par différents moyens: des calendriers, des horloges, des spectres et autres graphiques (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011) ou des courbes combinées (Figure 46). Un graphique du genre des climogrammes bien connus, le diagramme des saisons, est encore plus expressif pour des années individuelles ou des périodes plus longues. Celui-ci pourrait servir comme empreinte digitale de la saisonnalité bien lisible.

Le diagramme phénologique des saisons – données d'observation biotiques et abiotiques

Le diagramme des saisons représente le déroulement des saisons par un graphique succinct et facilement lisible. Cette idée d'un diagramme standardisé parlant sera démontrée avec des données BernClim (JEANNERET 1997b, 2005, JEANNERET et RUTISHAUSER 2010), en l'occurrence de cinq phases phyto-phénologiques et pour l'hiver de deux observations journalières du brouillard et de la neige. Deux stations, Lüscherz (au bord du lac de Bienne, Seeland, Moyen Pays inférieur) et Schwarzenbourg Moos (Moyen Pays supérieur), ont été choisies pour représenter deux types de climats régionaux et pour illustrer le concept des diagrammes des saisons (Figure 46).

Der Verlauf der Jahreszeiten

L'évolution des saisons

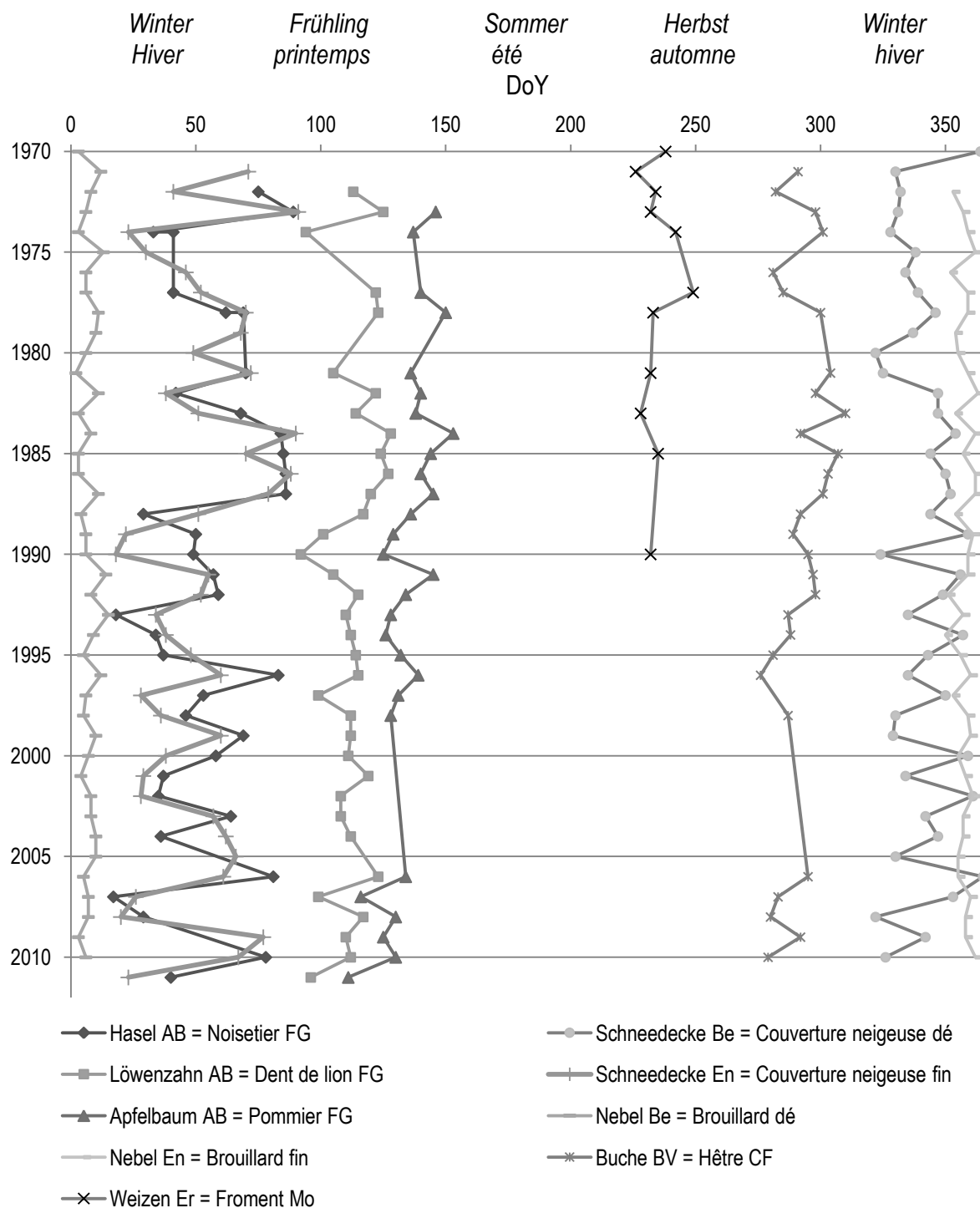


Abbildung 45: Phänologische und abiotische Jahreszeiten im Verlauf der Jahrzehnte. Phänologische Daten und Dauer oder Häufigkeit der Winterelemente. Station 4954 Wyssachen 1970-2011.

Figure 45: Les saisons phénologiques et abiotiques au cours des décennies. Données phénologiques et durée ou fréquence des éléments hivernaux Station 4954 Wyssachen 1970-2011.

AB = allgemeine Blüte
Be = Beginn
BV = Blattverfärbung
En = Ende
Er = Ernte

CF = Coloration des feuilles
FG = Floraison générale
dé = début
Mo = moisson

Kombinierte Jahreszeitendigramme

Diagrammes saisonnier combinés

Saisonale Phasen
(% der Jahreszeit)

DOY Jahrestag - saisonale Abfolge aufgrund der Referenzstation (Möhlin AG)

Frühling

- 1 Haselstrauch
Allgemeine Blüte
- 2 Löwenzahn
Allgemeine Blüte
- 3 Apfelbaum
allgemeine Blüte

Sommer

- 4 Weizenernte

Herbst

- 5 Buche Blattverfärbung

Winter

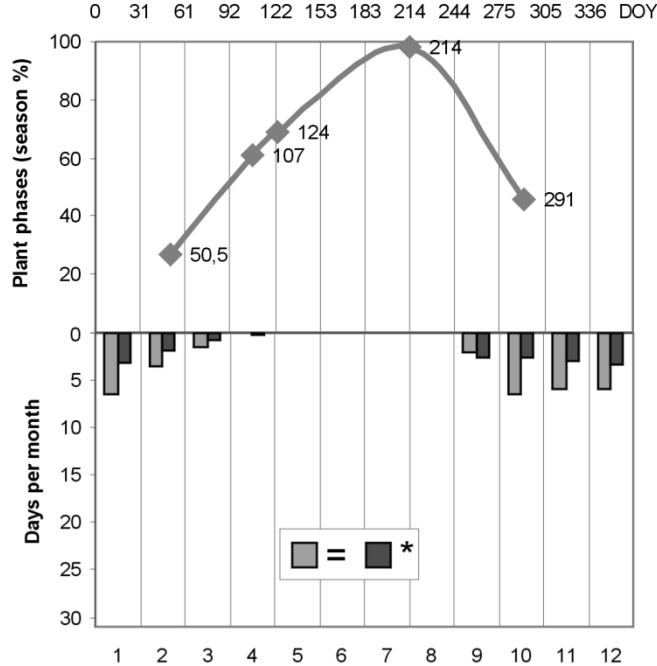
(Anzahl Tage)

= Nebelhäufigkeit

* Andauer der Schneedecke

2576 Lüscherz 440-490 m

1970-2004/1993-2003

Phases saisonnières
(% de la saison)

DOY Jour de l'année – succession saisonnière par rapport à la station de référence (Möhlin AG)

Printemps

- 1 Noisetier
Floraison générale
- 2 Dent de lion
Floraison générale
- 3 Pommier floraison gén.

Été

- 4 Moisson du blé

Automne

- 5 Hêtre
Coloration des feuilles

Hiver

(nombre de jours)

= fréquence du brouillard

* durée de la couche neigeuse

Abbildung 46: Kombiniertes Jahreszeitendiagramm für langjährige Mittel der BernClim-Station Lüscherz am südlichen Bielerseeufer im tieferen Mittelland. Oben die pflanzenphänologische Entwicklung im Sommer, unten Nebelhäufigkeit und Schneeeandauer der Wintermonate. Die Vegetationsperiode ist relativ früh und lang, im Winter die Nebelhäufigkeit hoch und die Andauer der Schneedecke kurz (aus JEANNERET 1997).

Figure 46: Diagramme combiné des saisons pour des moyennes à long terme de la station BernClim de Lüscherz sur la rive sud du lac de Bienne dans le Moyen Pays inférieur. En haut le développement phyto-phénologique en été, en bas la fréquence du brouillard et la durée de l'enneigement durant les mois d'hiver. La période de végétation débute relativement tôt et dure longtemps, en hiver, la fréquence du brouillard est élevée et la durée de l'enneigement est courte (tiré de JEANNERET 1997).

Die Kombination von pflanzenphänologischen Beobachtungen mit Schnee- und Nebeldaten ermöglicht es, den Rhythmus der Jahreszeiten und seine Veränderungen mit einfachen Kurven darzustellen.

La combinaison d'observations phyto-phénologiques avec des données sur la neige et le brouillard pourrait faciliter la représentation du rythme des saisons et ses modifications par des courbes simples.

Phänologische Jahreszeitendiagramme sind ein mächtiges und wenig aufwändiges Werkzeug, um Typologien von saisonbedingten Mustern aufgrund von Analyse einzelner Jahre oder im Vergleich mehrerer Stationen zu veranschaulichen. Der grosse Vorteil der phänologischen Jahreszeitendiagramme sind ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. In der Phänologie gibt es erst wenige griffige internationale oder globale Standardisierungen (BRUNS und VAN VLIET 2003). Aber Ideen wie das Globale Phänologische Monitoring (GPM initiiert von der Internationalen Gesellschaft für Biometeorologie ISB) und das europäische Phänologie-Netzwerk EPN (5. europäisches Rahmenprogramm, VAN VLIET et al. 2003), die COST-Aktion 725 (Erarbeitung einer Plattform für phänologische Daten in Europa im Hinblick auf klimatologische Anwendungen, Kapitel 4) sind wichtige und wertvolle Schritte hin zu einer standardisierten Methode mit einer einschlägigen Darstellung wie etwa phänologische Jahreszeitendiagramme.

Im Vergleich mit den wohl bekannten Klimadiagrammen widerspiegelt das phänologische Jahreszeitendiagramm verschiedene klimasensitive Saisonalitäts-Indikatoren. Pflanzen, Tiere, Schnee, Eis oder Nebel reflektieren die globalen Umweltbedingungen und sind deshalb wertvolle Signale von Klimamustern und -änderungen. Es kann ausserhalb meteorologischer Netze überwacht werden. Damit erfordern phänologische Beobachtungen keine schwere und teure Infrastruktur.

Dieses Diagramm kombiniert eine Kurve für die Wachstumsperiode, die von den Daten einer Anzahl von Phänophasen hergeleitet wird, mit monatlichen Säulen der Dauer von Schneeeandauer und der Häufigkeit des Nebels in Tagen. Die Pflanzenphänologie-Kurve markiert das Eintrittsdatum einer Phänophase in Bezug zum prozentualen Rang einer bestimmten Phänophase der Referenzstation. Als Referenz dient hier eine tief liegende Station am Rhein mit normalerweise sehr frühen Daten (Möhlin AG, 305 m, 1956-1990, Beobachtungsnetzwerk von MeteoSwiss, DEFILA 1992). Der Rang wird in Prozent der Daten der ersten sechs Monate des Jahres (181 Tage) berechnet und invertiert für die folgenden Monate (184 Tage) aufgetragen. Die Säulen der Winterdaten sind nach unten gezeichnet, um die biotische Kurve nicht zu stören und eine kontinuierliche Entwicklung der Jahreszeiten zur Darstellung zu bringen.

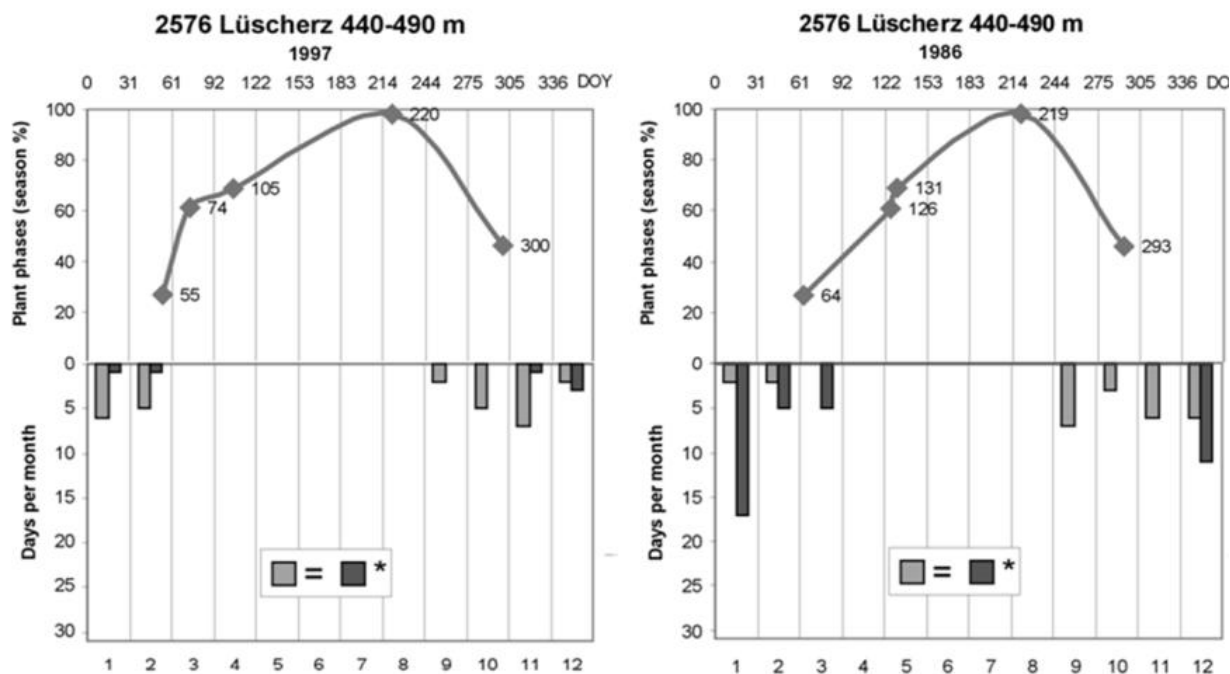


Abbildung 47: Kombinierte Jahreszeitendiagramme einzelner Jahre der BernClim-Station Lüscherz am südlichen Bielerseeufer (Legende siehe Abbildung 46). 1997 folgte auf einen kurzen schneearmen und nebelreichen Winter ein früher und rasch einsetzender Frühling. Der Herbst setzte früh ein mit häufigerem Nebel (aus JEANNERET 1997).

Figure 47: Diagrammes combinés des saisons d'années particulières de la station de Lüscherz sur la rive sud du lac de Bienne (légende voir Figure 46). En 1997, l'hiver court, peu enneigé mais avec un brouillard fréquent, fut suivi par un printemps précoce et rapide. L'automne débuta tôt avec un brouillard fréquent (tiré de JEANNERET 1997).

Auf lange Beobachtungsperioden basierende Diagramme zeigen die mittleren Werte und reflektieren so die allgemeinen Muster (Abbildung 47, Abbildung 48). Diagramme von einzelnen Jahren illustrieren insbesondere früh, z. B. 1997. Das Klima im tiefliegenden Dorf Lüscherz am Ufer des Bieler Sees wird durch einen relativ frühen Frühlingsanfang und einer lange Vegetationsperiode charakterisiert. Der Winter ist mit wenig Schnee mild. Zahlreiche Nebeltage reflektieren im Winter die lang dauernden thermischen Inversionen bei Hochdruckperioden. Das Schwarzenburgerland kulminiert auf Hügeln mit über 1000 m und liegt somit oft über den typischen thermischen Inversionen und den Winternebel. Die Vegetationsperiode beginnt später, Schnee liegt während einer längeren Periode. Mit diesen zwei Stationen lassen sich die Bedingungen zweier unterschiedlicher Saisonalität-Typen gegenüberzustellen.

Die phänologischen Jahreszeitendiagramme zeigen mittlere Muster über eine längere Zeitperiode auf und vermitteln ebenfalls eine vergleichende Analyse von einzelnen Jahren. Die Form und die Position der Kurven enthüllen saisonbedingte Anomalien. Steile Neigungen demonstrieren schnell voranschreitende Jahreszeiten und eine Verfrühung im Vergleich zu den anderen Jahreszeiten.

Mehr Beispiele, die Pflanzen mit abiotischer Phänologie verbinden, vermitteln eine über das ganze Jahr kombinierte topoklimatische Typologie. Gut entworfene und normalisierte Diagramme wären für viele Veröffentlichungen geeignet und dürften zur Popularität von Phänologie und Saisonalität beitragen. Eine verbesserte Graphik könnte verschiedene pflanzenphänologische Daten in eine einzige Kurve vereinigen und sowohl Rhythmus als auch Amplitude saisonbedingter Muster aufzeigen.

Weitere Verbesserungen liessen sich mit einer einschlägigen Graphik für verschiedenste Anwendungen erreichen. Die weitreichende Anwendung von Jahreszeiten-Diagrammen mit ganz andern Phasen, Arten und abiotischen Erscheinungen könnten schliesslich auf unterschiedlichste Beobachtungsprogramme angepasst werden.

Saisonale Phasen (% der Jahreszeit)

DOY Jahrestag - saisonale Abfolge aufgrund der Referenzstation (Möhlín AG)

Frühling

- 1 Haselstrauch
Allgemeine Blüte
- 2 Löwenzahn
Allgemeine Blüte
- 3 Apfelbaum
allgemeine Blüte

Sommer

- 4 Weizenernte

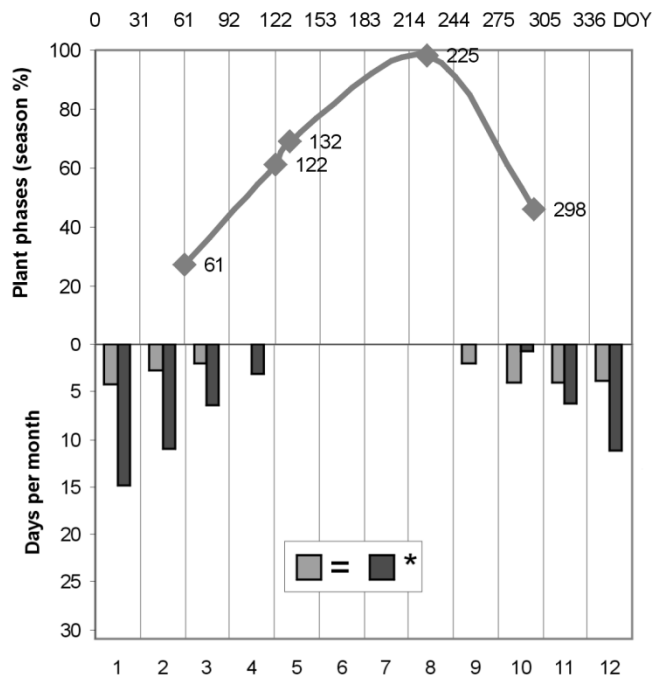
Herbst

- 5 Buche Blattverfärbung

Winter (Anzahl Tage)

- = Nebelhäufigkeit
* Andauer der Schneedecke

3148 Schwarzenburg Moos 780 m 1970-2004/1993-2003



Phases saisonnières (% de la saison)

DOY Jour de l'année – succession saisonnière par rapport à la station de référence (Möhlín AG)

Printemps

- 1 Noisetier
Floraison générale
- 2 Dent de lion
Floraison générale
- 3 Pommier floraison gén.

Été

- 4 Moisson du blé

Automne

- 5 Hêtre
Coloration des feuilles

Hiver

(nombre de jours)

- = fréquence du brouillard
* durée de la couche neigeuse

Abbildung 48: Kombiniertes Jahreszeitendiagramm für das langjährige Mittel der BernClim-Station Schwarzenburg im höheren Mittelland. Die Vegetationsperiode ist relativ spät und kurz, der Nebel selten und die Schneedecke lang andauernd (aus JEANNERET 1997).

Figure 48: Diagramme combiné des saisons pour des moyennes à long terme de la station BernClim de Schwarzenbourg dans le Moyen Pays supérieur. La période de végétation est courte et tardive, le brouillard est rare et la couche neigeuse dure longtemps (tiré de JEANNERET 1997).

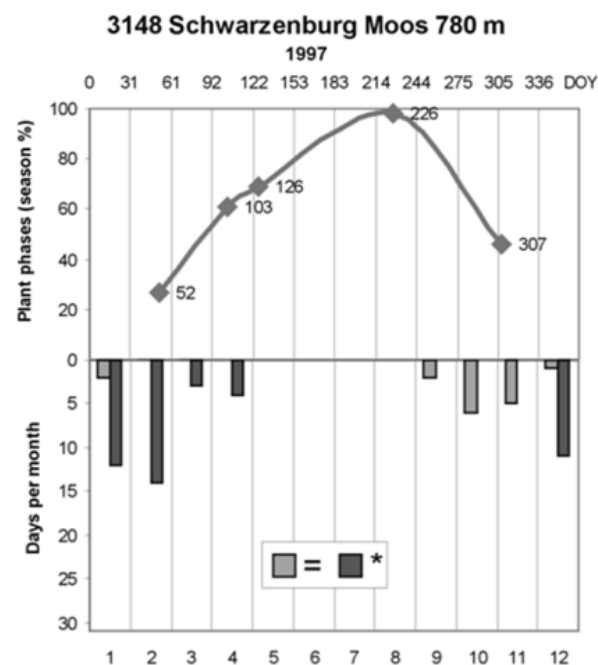


Abbildung 49: Kombinierte Jahreszeitendiagramme der Jahre 1997 und 1986 der BernClim-Station Schwarzenburg (Legende siehe Abbildung 48). 1997 wurde ein langer Winter durch eine frühe Vegetationsperiode abgelöst, auf welche ein normaler Herbst sowie ein nebelreicher Frühwinter mit spätem Schneefall folgten (aus JEANNERET 1997).

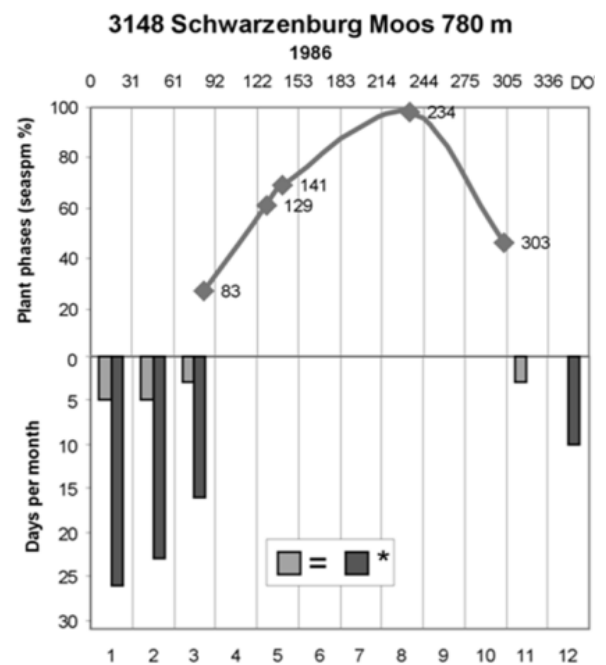


Figure 49: Diagrammes combinés des saisons des années 1997 et 1986 de la station BernClim de Schwarzenbourg (légende voir Figure 48). En 1997, un hiver long fut suivi par une période de végétation précoce, puis d'un automne normal et d'un hiver riche en brouillard avec des chutes de neige tardives (tiré de JEANNERET 1997).

Vom Geländeklima zum Treibhauseffekt Du topoclimat à l'effet de serre

Das geländeklimatische Beobachtungsnetz BernClim erfüllt heute eine zur Gründerzeit nicht voraussehbare Funktion, indem es auf detaillierte Art die klimatischen Veränderungen im Kanton Bern und seiner Umgebung widerspiegelt – einem Querschnitt durch die Schweiz. Die grosse Dichte an Stationen und Beobachtungsstandorten ist für geländeklimatologische Untersuchungen sehr geeignet.

Wenn sich die globale Erwärmung fortsetzt, so werden gravierende Veränderungen auch für das Gebiet des Kantons Bern zu erwarten sein: so könnten am Bielerseeufer bis 2050 klimatische Verhältnisse herrschen, wie wir sie heute an der italienischen Riviera kennen. Mit der Zeit verschieben sich alle Höhenstufen im Berner Oberland um etwa 300 m in die Höhe. So würden die heutigen Nadelwälder (1200 bis 1800 m auf der Alpennordseite) durch einen Mischwald ersetzt werden, die Waldgrenze wäre von 1800 auf vielleicht 2100 m angestiegen (REBETEZ 2006). Diese Veränderungen werden sich allerdings räumlich sehr unterschiedlich auswirken: es ist durchaus möglich, dass gewisse Gebiete wärmer, andere gleichzeitig kühler werden (VEIT 2002). Eine Differenzierung erfordert auch vertiefte Kenntnisse des Geländeklimas.

Der Klimawandel wirkt sich auf die einzelnen Pflanzenarten und die phänologischen Phasen unterschiedlich aus: als allgemeine Tendenz stellt man eine deutliche Verfrühung des Frühjahrs und höchstens eine leichte Verspätung des Herbstes fest (DEFILA und CLOT 2001, Kapitel 3). Dies bedeutet, dass sich die Vegetationsperiode verlängert und der Winter sich verkürzt (Abbildung 42) – bei regionalen Variationen, die noch weitgehend unbearbeitet sind.

Am Anfang einer langen Reihe von regionalen, nationalen und internationalen Berner Forschungsprogrammen im Bereich Klimatologie-Meteorologie und Phänologie steht das Projekt BernClim. Mit Daten aus fünf Jahrzehnten ist eine einmalige Basis verfügbar, mit welcher die Auswirkungen globaler Veränderungen auf regionaler Ebene im Jura, im Mittelland und in den Alpen aufgezeigt werden und die Konsequenzen der klimatischen Veränderungen besser voraussehen lässt. Der Politik, Raumplanung und Wirtschaft stehen mit BernClim konkrete Daten und Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung, denn zahlreiche Bereiche werden von den Klimaänderungen betroffen sein: Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Verkehr, Tourismus und viele andere.

Aujourd'hui, le réseau d'observation topoclimatique BernClim couvre un besoin non prévu à l'époque de sa fondation, du fait qu'il reflète aussi d'une manière détaillée les changements climatiques dans le canton de Berne et ses environs – une coupe à travers la Suisse. La grande densité des stations et des points d'observation convient parfaitement aux analyses topoclimatiques.

Si le réchauffement climatique se poursuit, de grandes modifications sont à craindre pour le territoire du canton de Berne: sur les bords du lac de Biemme, les conditions climatiques pourraient ressembler vers 2050 à ce que nous connaissons de nos jours sur la Riviera italienne. Avec le temps, les étages altitudinaux de l'Oberland bernois s'élèveront tous d'environ 300 m. Ainsi, les forêts de conifères (de 1200 à 1800 m au nord des Alpes) seront remplacées par une forêt mixte, tandis que la limite des forêts risque de monter à 2100 m (REBETEZ 2006). Ces changements vont cependant se répercuter de manière différenciée sur le territoire: il est parfaitement possible que certaines régions se réchauffent et que d'autres se rafraîchissent (VEIT 2002). Une différenciation nécessite des connaissances approfondies des conditions topoclimatiques.

Les modifications climatiques se répercutent sur les espèces végétales et les phases phénologiques, qui ont lieu de plus en plus tôt au printemps, parfois un peu plus tard en automne (DEFILA et CLOT 2001, chapitre 3). Ceci signifie dans les grandes lignes que la période de végétation se rallonge, tandis que l'hiver se raccourcit (Figure 42) – avec des variations régionales qui attendent en majorité encore une élaboration.

7. Zeit, Raum, Saisonalität – ein Ausblick

Zum Beispiel BernClim – Plädoyer für Spezialnetze

Phänologische Beobachtungsnetze werden mehrheitlich von staatlichen Wetterdiensten betrieben. Ihre Aufgabe besteht insbesondere darin, eine nationale Übersicht und ein Monitoring des jahreszeitlichen Rhythmus durchzuführen. Diese Netze haben oftmals eine längere Geschichte und sind auf ein Langzeit-Monitoring ausgerichtet. Daneben gibt es eine ganze Reihe von Organisationen, die institutions- oder anwendungsorientiert eine Infrastruktur aufbauen. Meist handelt es sich um private, gesponserte Organisationen sowie öffentliche Forschungs- oder Bildungsinstitutionen. Sie sind oftmals regional orientiert, wenig untereinander vernetzt und kaum bekannt. So vielfältig wie die Motivation zur Gründung der Netze sind auch ihre Struktur und ihre Geschichte. Ihre institutionelle und materielle Grundlage ist solid oder fragil. Der Übergang von einem Status zum andern kann schon mal abrupt sein.

Alles hat seinen Preis, alles hat aber auch seinen Wert. Der Wert eines Vogels, eines Baumes und eines Waldes wurde von Frédéric VESTER (1985, 1987) im Zuge seiner kybernetischen Arbeiten ermittelt. Auch für Monitorings lassen sich Aufwand und Ertrag vergleichen. BernClim hat in den über 40 Jahren einige Kosten verursacht (total 0,5 Millionen Franken), aber auch einen gewaltigen monetären Wert, nämlich gut und gern Daten für geschätzte 8 Millionen Franken in Form von freiwilliger, ehrenamtlicher Beobachtungsarbeit (Anhang). Darin sind ideellen Errungenschaften nicht eingerechnet, wie die Erfahrungen und Einsichten, die die Beobachtenden und Auswertenden errungen und weitergegeben haben.

Spezialnetze erfüllen eine wichtige Aufgabe und können flexibler auf neue Herausforderungen reagieren. Sie werden meist mit wenig Mitteln betrieben und belasten die Infrastruktur ihrer Trägerschaft vergleichsweise kaum. Trotzdem sind sie durch ihre Fragilität bei Strukturreformen und Reorganisationen bedroht und stehen schnell mal zur Disposition. Dabei wird vergessen, dass sie mit minimalen Mitteln einen erheblichen Kenntnisfortschritt erzielen können. Sie gehören deshalb nicht abgeschafft, sondern optimal gefördert! Und vor allem kann niemand lange Reihen von Beobach-

7 Temps, espace, saisonnalité – perspectives

Par exemple BernClim – un plaidoyer pour les réseaux spéciaux

La plupart des réseaux d'observations phénologiques sont entretenus par les services météorologiques nationaux. Leur tâche consiste surtout à fournir un survol national et une surveillance du rythme saisonnier. Ces réseaux ont souvent une longue histoire et sont prévus pour une surveillance à long terme. Mais il existe aussi toute une série d'organisations qui créent une infrastructure phénologique pour des besoins institutionnels ou pour certaines applications. Le plus souvent, il s'agit d'organisations privées, parfois sponsorisées, d'instituts de recherche publics ou de consortiums de formation. Ils ont souvent un intérêt régional, sont peu connus et ne collaborent guère les uns avec les autres. La structure et l'historique de ces réseaux sont aussi variés que les motivations à la base de leur création. Leur base institutionnelle et matérielle peut être solide ou fragile – et la transition d'un statut à l'autre est parfois abrupte.

Tout a un prix, mais tout a aussi une juste valeur. Dans le cadre de ses travaux cybernétiques, Frédéric VESTER a calculé la valeur d'un oiseau, d'un arbre et d'une forêt (1985, 1987). Une surveillance d'éléments naturels a aussi un prix et un bénéfice. En plus de 40 ans, le projet de recherche BernClim a certes occasionné quelques frais (environ 0,5 million de francs au total), mais il a également généré une valeur monétaire impressionnante, en l'occurrence l'équivalent de la coquette somme de 8 millions de francs, sous forme de travail d'observation volontaire et bénévole (annexe). Les expériences accumulées et transmises par les personnes ayant effectué les observations ou exploité les données sont des acquisitions intellectuelles qui ne sont pas comprises dans le calcul. Ces réseaux spéciaux remplissent leur tâche et peuvent réagir d'une manière plus flexible par rapport à de nouveaux défis. Ils opèrent parfois avec très peu de moyens et ne chargent guère l'infrastructure de leur institution. Malgré tout, leur fragilité les prédispose parfois à une disparition à l'occasion d'une réforme de structure ou d'une réorganisation. L'on oublie alors combien ils contribuent avec un minimum de moyens à un progrès considérable. Il ne s'agit donc pas de les supprimer, mais au contraire de leur apporter un

tungsdaten aus dem Boden stampfen. Die Gründer von Langzeitmonitorings können nicht wissen, wo zu ihre Daten einmal dienen werden. Fehlende Erhebungen lassen sich nicht nachholen, sondern sind unwiederbringlich verpasst. Die Nachwelt wird somit Ergebnisse zu schätzen wissen, so wie auch wir unsern Vorgängern überaus dankbar sein müssen für unzählige Aufzeichnungen aus der Vergangenheit! Und: „Monitoring ist Forschung!“ (WILDI 2011).

Schulnetze – Schneeballeffekt für künftige Generationen

Am Anfang des Berner Klimanetzes BernClim stand die Zusammenarbeit eines Universitätsinstitutes mit den ehemaligen Studierenden, in jener Zeit grossmehrheitlich Lehrpersonen. Die Beziehungen zum Studienort und seinen Dozierenden war die menschliche Basis zur Rekrutierung von freiwilligen Beobachtenden. Gleichzeitig war aber auch der Kontakt mit Schulen mit der Hoffnung verbunden, die Tätigkeit – phänologische und klimatische Beobachtungen – könne Schülergenerationen erreichen und sensibilisieren. Einen ähnlichen Anfang nahm auch das weltweite GLOBE-Projekt 1994 in den Vereinigten Staaten von Amerika. Die Weltraumbehörde NASA hatte ein Bedürfnis an erweiterten Kenntnissen der Vorgänge auf der Erde und dies auf globaler Ebene. So wurde das Programm GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) unter anderen vom damaligen Vizepräsidenten der USA, Al GORE gegründet. Viele verschiedene Bereiche der Natur- und Umweltwissenschaften sind dessen Themen, unter anderem auch Klima und Phänologie (VOGEL 2005, VOGEL et al. 2011).

Eine Vision wird Realität – Publikumsnetze

Das Internet vermittelt neue Möglichkeiten, ein Beobachtungs- und Überwachungsprogramm zu organisieren. Nicht nur kann die Eingabe von Daten auf Homepages erfolgen, sondern sie können unmittelbar in Quasi-Echtzeit dargestellt werden. In verschiedenen Ländern sind derartige Netze entstanden, insbesondere in Grossbritannien und in den Niederlanden. Mit der Haselkampagne 2011 von GLOBE wurde in der Schweiz ein Anfang gemacht. Auf einer offen zugänglichen Datenplattform (PhaenoNet) können Beobachtungen verschiedener Netze – darunter auch von BernClim –

soutien optimal ! Et surtout: personne ne peut simplement produire ou reconstituer de longues séries d'observations. Les fondateurs des surveillances à long terme ne peuvent jamais savoir à quoi leurs données pourront servir plus tard. Des recensements ratés ne peuvent pas être rattrapés, mais sont manquant à tout jamais. La postérité saura cependant apprécier les résultats, comme nous aussi sommes infiniment reconnaissants à nos prédécesseurs pour les innombrables enregistrements du passé ! Et puis : « La surveillance est de la recherche ! » (WILDI 2011).

Les réseaux scolaires – effet boule de neige pour les générations futures

Le réseau climatique bernois BernClim est né de la collaboration d'un institut universitaire avec ses anciens étudiants, à l'époque des enseignants pour la plupart. Les rapports avec le lieu d'études et avec les professeurs furent la base humaine du recrutement d'observateurs et observatrices volontaires. On espérait que le contact avec des écoles permette en même temps d'atteindre et de sensibiliser les élèves aux observations phénologiques et climatiques.

Le programme universel GLOBE commença de manière un peu analogue en 1994 aux Etats-Unis d'Amérique. L'agence spatiale NASA avait besoin de connaître plus en détail les processus sur la Terre et ceci globalement. C'est ainsi que fut créé le programme GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*), entre autres par le vice-président américain de l'époque, Al GORE. Il est consacré à de nombreux domaines des sciences naturelles et environnementales, dont le climat et la phénologie (VOGEL 2005, VOGEL et al. 2011).

Une vision devient réalité – les réseaux publics

Internet procure de nouvelles possibilités pour organiser des programmes d'observation et de surveillance. Non seulement une page d'accueil sert à la saisie des données, mais en plus, les résultats peuvent être visualisés en temps quasi réel. De tels réseaux ont vu le jour dans différents pays comme la Grande-Bretagne et les Pays-Bas. La campagne Noisetier 2011 de GLOBE est une première étape en Suisse. Les observations de différents réseaux, dont BernClim, peuvent être saisies sur une plateforme publique (PhénoNet). Depuis 2011, le réseau climatique bernois est donc

eingetragen werden. Damit ist das Berner Klimanetz seit 2011 einem Datenverbund angeschlossen, der eine ganz wesentliche Entwicklung erlauben wird: die Vereinheitlichung der Beobachtungsanleitungen der beteiligten Institutionen, die ausführliche und einheitliche Erfassung der genauen Metadaten, den Vergleich der Beobachtungsergebnisse mit denjenigen anderer Netze, und die gemeinsame Auswertung aller verfügbaren Daten (VOGEL et al. 2011).

Die Haselbeobachtungen aus BernClim dienen als Referenzdaten zusammen mit den Beobachtungen aus dem Nationalen Beobachtungsnetz von MeteoSchweiz für die erste Saison 2011 (Abbildung 50). Die Referenzdatensätze (graue Symbole) sind breit gestreut und können über alle Höhenstufen hinweg in einer Periode von rund zwei Monaten auftreten. In tieferen Lagen ist die Blüte der Hasel bereits Anfang Januar beobachtet worden (Tag im Jahr 0 bis 20). In höheren Lagen beginnt die Haselblüte in der ersten Februarhälfte um den Tag 40. Über alle Höhenstufen hinweg ist nie eine spätere Blüte beobachtet worden als vor Mitte April (um den Tag 100). Ein schwacher Höhengradient wird sichtbar, der die durchschnittlich spätere Blüte in der Höhe beschreibt. Die erhobenen Daten von PhaenoNet 2011 zeigen deutlich, dass die Beobachtungen über mehrere Höhenstufen von unter 500 Meter bis über 1000 Meter über Meer im langjährigen Durchschnitt liegen (Abbildung 50). In den unteren Höhenstufen zeigen die meist von Schülern erhobenen Daten eine Tendenz zur Verfrühung. Eine dominante Höhenabhängigkeit ist auch in den Internet-Beobachtungen vom Spätwinter 2011 zu erkennen.

intégré à un groupement qui va permettre un développement remarquable: unification des instructions d'observation des différentes institutions, saisie détaillée et standardisée de métadonnées précises, comparaison des résultats des observations avec ceux d'autres réseaux et exploitation commune de toutes les données disponibles (VOGEL et al. 2011).

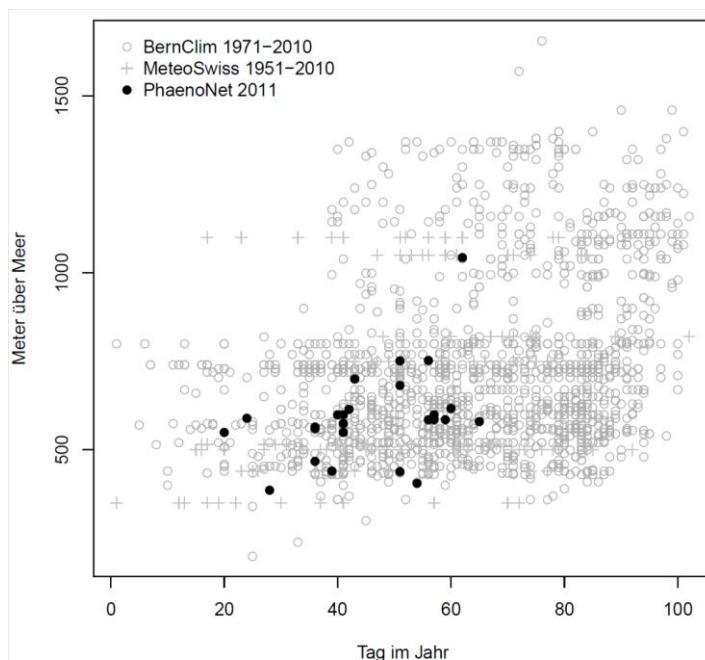


Abbildung 50: Die Daten der Haselkampagne im PhaenoNet im Vergleich mit denjenigen des Schweizer Netzes (MeteoSchweiz) und des Berner Netzes (BernClim).

Figure 50: Les données de la campagne du noisetier dans le cadre de PhénoNet, en comparaison de celles des réseaux suisse (MétéoSuisse) et bernois (BernClim).

PhaenoNet – eine nationale, netzübergreifende Plattform

PhaenoNet ist mit dem internationalen GLOBE-Programm (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) vernetzt, so dass die Daten dank detailliert erhobenen Metainformationen in die weltweite Datenbank Eingang finden werden. Mit den Erhebungen können Variabilität der aktuellen Jahreszeit graphisch dargestellt werden und gleichzeitig in Relation mit historischen Referenzdaten der vergangenen Jahrzehnte gesetzt werden.

PhénoNet – une plateforme nationale interinstitutionnelle

PhénoNet est lié au programme international GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) et les données seront intégrées à la banque de données mondiale, grâce aux métadonnées détaillées. Avec les relevés, la variabilité de la saison courante peut être représentée graphiquement et mise en relation avec des données de référence historiques des dernières décennies.



Abbildung 51: Karten des Standes der Hasel im August 2011 auf PhaenoNet (www.phaenonet.ethz.ch, unter Beteiligung von BernClim-Stationen).

Figure 51: Etat des noisetiers en août 2011 sur PhénoNet (www.phaenonet.ethz.ch, avec la participation de stations BernClim).

Aus nationaler Sicht ist es aber umso wichtiger zu sehen, dass mit einem einzigen Werkzeug – PhaenoNet – auch Daten für das Nationale Beobachtungsnetz von MeteoSchweiz, der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, GLOBE und für BernClim erfasst werden können. Neben der seit 2011 beobachteten Hasel werden mit PhaenoNet weitere Arten und Phasen erfasst: Buche, Bergahorn, Buschwindrösschen und allgemeiner Flieder (ab 2012), Birke, Lärche und Huflattich (ab 2013). Für diese Arten sind mehrere Phasen je der Blüten-, Blatt-, und Fruchtentwicklung vorgesehen. So werden die beobachteten Exemplare und Bestände im Verlauf der Vegetationsperiode nicht aus den Augen gelassen. Dies lässt auch für BernClim-Programm eine Anpassung als ratsam erscheinen. Funktionen und Standortcharakteristiken (Dokument 9) sowie das Beobachtungsprogramm (Dokument 10) werden somit landesweit abgestimmt.

Notons qu'au niveau national, PhénoNet est le seul outil qui permette de saisir toutes les données, que ce soit celles du réseau national d'observation de MétéoSuisse, de l'Institut fédéral de recherche pour la forêt, la neige et le paysage WSL, du programme GLOBE ou de BernClim. En plus du noisetier observé depuis 2011, d'autres espèces peuvent être signalées: le hêtre, l'érable sycomore, l'anémone des bois et le lilas (dès 2012), le bouleau, le mélèze et le pas-d'âne (dès 2013). Plusieurs phases ont été prévues pour ces espèces (développement des fleurs, des feuilles et des fruits), afin que les observateurs et observatrices ne perdent pas de vue les individus ou les populations observés durant toute la période de végétation. Une adaptation du programme BernClim paraît donc souhaitable. Fonctionnalités et caractéristiques de l'emplacement (Document 9) ainsi que les programmes d'observation (Document 10) seront unifiés sur le plan national.



PhaenoNet

Funktionen

- Registrieren
- Einloggen
- Teilnehmerprofil ausfüllen
- Profil der Beobachtungs-objekte ausfüllen.
- Daten einem Beobachtungsprofil zuordnen
- Daten fortlaufend ergänzen oder korrigieren

Teilnehmerprofil und Wahl des Netzwerkes

* Kanton:

* Netzwerk:

- Schule (GLOBE)
- Schule (nicht-GLOBE)
- Privat
- MeteoSchweiz
- BernClim**
- WSL-WALD
- andere

Standort der Beobachtung

1. Ort mit Scrollrad zoomen
2. Mit Doppelklick Marker setzen
3. Feineinstellungen: Marker anklicken und verschieben

(erzeugt die Koordinaten des Standortes)

Position de l'observation

1. Zoom sur le lieu avec le curseur
2. Double-click pour placer une balise
3. Glisser/déposer pour ajuster la balise

(génère les coordonnées de la position)



Standortcharakteristiken

* Standort (Position): 47.158415619761314
7.212693393230438

* Höhe:

* Beschreibung:

* Exposition:

* Hangneigung (%):

* Schatten:

* Bewässert:

weniger als 100m zu Gebäude/Strasse:

* Habitat:

* Waldtyp:

Caractéristiques de la localisation

* Localisation: 47.158415619761314
7.212693393230438

* Altitude:

* Description:

* Exposition:

* Pente (%):

* Ensoleillement:

* Arrosage:

Bâtiment/route à moins de 100m:

* Couverture du sol:

* Type de forêt:

Dokument 9: Funktionen und Standortcharakteristiken der nationalen, netzübergreifenden Plattform für phänologische Beobachtungen PhaenoNet.

Document 9: Fonctionnalités et caractéristiques de l'emplacement pour la plateforme nationale interinstitutionnelle PhénoNet.



PhaenoNet

Beobachtungen und KriterienHasel (*Corylus avellana*)**Blüte** (männl. Kätzchen)**Beginn der Blüte** 3 Kätzchen im Strauch stäuben**Allgemeine Blüte** 50% der Kätzchen stäuben**Ende der Blüte** 95% der Blüten sind abgestorben oder abgefallen**Knospung****Vor der Knospung** Knospung steht kurz bevor**Beginn der Knospung** Kleine grüne Spitzchen sind ersichtlich an drei Orten im Baum**Blattentwicklung** Blattentwicklung an einem südlichen Ast, 4 Blätter (5, 4, 5, 3 mm)**Blattentfaltung und Fruchtentwicklung****Beginn der Blattentfaltung** Aus 3 Knospen haben sich die ersten Blätter herausgeschoben**Allgemeine Blattentfaltung** 50% der Blätter des Strauches entfaltet**Fruchtreife** Nussreife**Beginn der Fruchtreife** 3 Einzelfrüchte haben normales Reifestadium erreicht**Allgemeine Fruchtreife** 50% der Einzelfrüchte haben normales Reifestadium erreicht**Herbstverfärbung** Blattverfärbung an einem südlichen Ast, 4 Blätter**Beginn der Blattverfärbung** 10% der sommerlichen Blattfläche ist herbstlich verfärbt**Allgemeine Blattverfärbung** 50% der sommerlichen Blattfläche ist herbstlich verfärbt**Blattfall** Die Hälfte der Blätter sind abgefallen**Prozentschätzmethode**

PhénoNet

Observations et critèresNoisetier (*Corylus avellana*)**Floraison** Chatons (fleurs mâles)**Début de la floraison** 3 chatons produisent du pollen**Floraison complète** 50% des chatons produisent du pollen**Fin de la floraison** 95% des fleurs mortes ou tombées**Bourgeonnement****Avant le bourgeonnement** Bourgeonnement sur le point de débiter**Début du bourgeonnement** Petites pointes vertes apparaissant en trois points différents de l'arbre**Croissance de la feuille** Croissance de 4 feuilles sur rameau orienté au sud (5, 4, 5, 3 mm)**Feuillaison et maturation des fruits****Début de la feuillaison** Feuilles entièrement sorties sur 3 bourgeons**Feuillaison complète** 50% des feuilles de l'arbuste déployées**Maturation des fruits** Fructification**Début de la maturation** 3 noisettes au stade de maturation normal**Maturation complète** 50% des noisettes au stade de maturation normal**Coloration automnale** Coloration automnale, rameau orienté sud**Début de la coloration des feuilles** 10% de la surface des feuilles colorée**Coloration des feuilles complète** 50% de la surface des feuilles colorée**Chute des feuilles** Moitié des feuilles tombées**Méthode d'estimation du pourcentage**

Dokument 10: Beobachtungen und Phasen von PhaenoNet am Beispiel der Hasel.

Document 10: Observations et phases de PhénoNet à l'exemple du noisetier.

BernClim im 21. Jahrhundert – Perspektiven für ein Spezialnetz

Sieben Jahre lang finanzierte der Kanton Bern das Klimanetz für die klimatologische Grundlagenforschung im Dienste der Raumplanung (MESSERLI 1978). Danach blieben zahlreiche Beobachterinnen und Beobachter aus eigenem Antrieb aktiv, das Geographische Institut (GIUB) sammelte und digitalisierte die Daten ohne Forschungsbudget (Kapitel 5). Ein Generationenwechsel löst für das fünfte Jahrzehnt des Beobachtungsprogrammes die Notwendigkeit einer

BernClim au 21^e siècle – perspectives pour un réseau spécial

Le canton de Berne finança le réseau pour la recherche fondamentale climatologique au service de l'aménagement du territoire durant sept ans (MESSERLI 1978). Par la suite, de nombreux observateurs et observatrices restèrent cependant fidèles à leur tâche, par motivation personnelle, et l'Institut de géographie de l'Université de Berne (IGUB) collectionna et digitalisa les données sans budget de recherche (chapitre 5). La relève de génération déclenche pour la cinquième décennie du programme

Neuorientierung aus. Dabei steht im Vordergrund, dass BernClim als ein Langzeitmonitoringprogramm weitergeführt werden kann. Das Potenzial und die Bedeutung sind erkannt. Die Datenerhebung ist gesichert. Neue Aspekte, Beobachtungsverfahren und -technologien müssen so gestaltet werden, dass die erhobenen Daten mit den vorliegenden Reihen vergleichbar bleiben. Deshalb sollen möglichst lange noch gleichzeitig Beobachtungen nach altem Muster durchgeführt werden.

Das GIUB ist für die Datenarchivierung und der BernClim-Verein für die Weiterentwicklung, die Vernetzung und neue Internet-basierte Erfassungsmöglichkeiten zuständig.

Am Geographischen Institut der Universität und am Oeschger Center for Climate Research sind Klima und Klimawandel Schlüsselthemen. Kontinuierliche Beobachtungsdaten sind eine wichtige Grundlage für kommende Analysen. Die Gruppe für Klimatologie unter der Leitung von Prof. Stefan Brönnimann gewährleistet den Versand, das Sammeln und Archivieren der Beobachtungsformulare. Der BernClim-Verein wird aber für Kontakte mit Beobachtenden und anderen in Phänologie und Saisonalität beschäftigten Institutionen gewährleisten und die Umsetzung von Innovationen fördern.

Seit 2011 konnten erstmals Beobachtungen von BernClim auch über eine Online-Plattform erfasst werden. Dank PhaenoNet können vorerst die Blüte des Haselstrauchs eingegeben werden. Die Zusammenarbeit mit dem internationalen Schulnetz GLOBE erlaubt es erstmals in der Schweiz, phänologische Beobachtungen via Internet zu sammeln. Die Beteiligung von BernClim-Stationen bei PhaenoNet wird deshalb empfohlen, umso mehr, als dass BernClim seit seiner Gründung einen Schulbezug hatte.

d'observation la nécessité d'une nouvelle orientation. Tout d'abord, BernClim peut être poursuivi en tant que programme de surveillance à long terme. Son potentiel et son importance sont reconnus. La collecte des données est assurée. De nouveaux aspects, méthodes et techniques d'observation doivent être appliqués de manière à assurer la comparabilité des données recueillies avec les longues séries existantes. Pour cette raison, il importe de poursuivre en parallèle des observations selon l'ancien mode aussi longtemps que possible.

L'IGUB est responsable de l'archivage des données et la Société BernClim du développement, de la mise en réseau et des nouvelles technologies basées sur Internet pour la saisie des données.

Jura, Mittelland, Alpen – die Rolle der Gebirge

Das Klima ist im Gebirge ein absolut dominanter und variantenreicher Landschaftsfaktor. Gebirgsklimate sind durch äusserst bedeutende, kombinierte Bedingungen geprägt, die sich vor allem auf einem Massstab abzeichnen, der dem Topoklima zuzuordnen ist. Die Charakterisierung von tieferen Hügelländern im Schweizer Mittelland, vom Mittelgebirge im Jura und im höheren Mittelland und vom Hochgebirge in den Alpen soll diese Frage illustrieren (MESSERLI 1978).

Ein Problem kann dabei nicht ausgeblendet werden: Beobachtungs- und Erhebungsstrukturen, die sich auf freiwillige Erhebungen stützen, widerspiegeln unweigerlich die Verteilung der Bevölkerung. Die Berner Stationskarte bringt es an den Tag: es gibt in höheren Gebieten grosse weisse Flächen, während dichter besiedelte Gebiete sehr gut abgedeckt sind (Abbildung 4, Abbildung 37).

Gebirge sind komplexe Räume, kleingekammert und formenreich, und insbesondere als Lebensräume für Pflanzen, Tiere und Menschen kontrastiert und durch Extreme geprägt. Sie akzentuieren den Lebensraum als Gegensatz zum Flachland. Die Vielfalt der Gebirgslandschaft macht die Erfassung der dominierenden Umweltfaktoren schwierig. In Bezug auf die atmosphärischen Bedingungen etwa sind Klimastationen im Gebirge meist nur für eine kleine Region repräsentativ, während meteorologische Messungen im Flachland durchaus für einen grösseren Perimeter Gültigkeit haben.

Jura, Moyen Pays, Alpes – le rôle des montagnes

En montagne, le climat est un facteur paysager absolument dominant et varié. Les climats de montagne sont caractérisés par une combinaison de conditions très importantes, qui est particulièrement évidente à l'échelle topoclimatique. Les caractéristiques des régions de collines du Moyen Pays helvétique, des moyennes montagnes dans le Jura et dans le Moyen Pays supérieur, et des hautes montagnes dans les Alpes illustrent cette question (MESSERLI 1978).

En outre, il ne faut pas négliger le problème suivant: les structures des observations et des relevés basées sur un travail bénévole reflètent inévitablement la répartition de la population. La carte des stations bernoises le prouve bien: en altitude, il y a de vastes surfaces blanches, tandis que les régions densément peuplées sont bien représentées (Figure 4, Figure 37).

Dies gilt auch für phänologische Beobachtungen, die im Gebirge vor allem die topo- oder geländeklimatischen Bedingungen widerspiegeln. Aber auch in Berggebieten können sie zwei Zielen zugeordnet werden: der Langzeitbeobachtungen – dem «*Monitoring*» – und der räumlich intensiven Erfassung und Kartierung – dem «*Assessment*» (JEANNERET und RUTISHAUSER 2009). Wichtig sind dabei Bestrebungen, die geländeklimatische Bedingungen und marginale Räume zu erfassen, um die Unsicherheit von interpolierten Kartierungen zu reduzieren. Kameragestützte Systeme könnten mit derselben Infrastruktur im Winter Schnee und im Sommer phänologische Entwicklungen erfassen. Schliesslich ist auch die Methode der räumlichen Interpolationen in einem GIS wichtig: je detaillierter die regionalen Modelle sind, umso bessere Resultate und Karten sind grundsätzlich zu erwarten (Abbildung 20, KOTTMANN 2008).

Topoklimatische Karten – ein weites Anwendungsfeld

Die flächenhafte Darstellung eines Faktors oder einer synthetischen Grösse ist ein anschauliches Produkt einer Erhebung. Die Karten des ganzen Perimeters und von Beispielsräumen im Anhang sind lediglich eine anregende Demonstration einer Darstellungsweise: einzelne phänologische Phasen, die Schneeeandauer und die Nebelhäufigkeit sind Beispiele aus einem weiten Feld an denkbaren Kartierungen. Anwendbare Karten für Landwirtschaft, Verkehr oder Tourismus können aus einer Kombination und Modellierung der Daten erzeugt werden.

Die mit einem geographischen Informationssystem erzeugten Karten im Anhang sind aus einer einheitlichen Modellierung (lineare Korrelation mit der Meereshöhe) des ganzen Raumes entstanden. Die Gesamtkarten umfassenden ganze Beobachtungsperioden, die regionalen Karten auffällige Jahre. Eine regionalisierte Extrapolation könnte eine differenziertere Darstellung versprechen. Die ersten Ansätze dazu (z. B. KOTTMANN 2008, BLATTER 2011, INDERMÜHLE 2011) sind vielversprechend und entwicklungsfähig.

Kameras und Satelliten – Instrumente der Phänologie

Der Einsatz moderner Hilfsmittel für klimatologische und phänologische Erhebungen liegt auf der Hand, und es gibt dazu bereits viele Versuche und Erfahrungen (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011). Photographien und Satellitendaten ermöglichen eine Intensivierung der phänologischen und jahreszeitlichen Überwachung. Historische datierte Photographien dienen für eine Rekonstruktion von phänologischen Daten aus der Vergangenheit, und feste Kameras werden für eine laufende Überwachung der Vegetation (AHRENDTS et al. 2008) und Satellitenbilder für eine flächenhafte aber von der Auflösung begrenzte Erfassung weiter Gebiete eingesetzt (KOTTMANN 2011).

Les cartes topoclimatiques – un vaste champ d'application

La représentation en surface d'un facteur ou d'une synthèse est un produit représentatif d'un relevé. Les cartes du périmètre entier et de régions représentatives en annexe ne sont que des démonstrations suggestives d'un seul mode de représentation: des phases phénologiques, la durée de l'enneigement et la fréquence du brouillard sont des exemples d'un vaste champ de cartes imaginables. Des cartes pour des applications pour l'agriculture, les transports ou le tourisme peuvent être dessinées à partir des données existantes.

Les cartes produites à l'aide d'un système d'information géographique en annexe sont le résultat d'une modélisation uniforme du périmètre entier (corrélation linéaire avec les altitudes). Les cartes générales se basent sur toute la période observée, les cartes régionales sur des années particulières. Une extrapolation régionalisée promet une représentation différenciée. Les premiers jets (p. ex. KOTTMANN 2008, BLATTER 2011, INDERMÜHLE 2011) sont prometteurs et peuvent être développés.

Caméras et satellites – instruments de la phénologie

L'application de moyens modernes pour les relevés climatiques et phénologiques est évidente, et de nombreux essais et expériences ont été menés dans le domaine (JEANNERET, RUTISHAUSER, BRÜGGER 2011). Des photographies et des données satellitaires permettent une intensité accrue pour la surveillance de la phénologie et de la saisonnalité. Les photographies historiques datées permettent de reconstruire les données phénologiques du passé; des caméras fixes sont utilisées pour surveiller la végétation en continu (AHRENDTS et al. 2008), tandis que des images satellitaires – limitées par leur résolution – sont plus adaptées pour saisir de grandes surfaces (KOTTMANN 2011).

In jedem Fall jedoch ist die Bodenkontrolle nötig. Menschliche Beobachterinnen und Beobachter bleiben unersetzlich. Die Auswertung und Kartierung dagegen kann von einer Unterstützung durch den Einbezug von Photographien und Satellitendaten profitieren.

Satellitendaten sind dazu geeignet, flächenhafte Daten zur Andauer der Schneedecke zu erzeugen (z. B. BENISTON 1997, WALKER 2010). KOTTMANN (2011) hat phänologische Daten der MeteoSchweiz mit Satellitendaten verglichen und unterschiedliche Übereinstimmungen festgestellt. Für BernClim-Daten liegen noch keine vergleichenden Arbeiten vor.

In unbewohnten Gebieten und im Gebirge wird die Schneehöhe und somit die Andauer der Schneedecke im Rahmen von automatischen Schnee- und Wettermess-Stationen mit einem Ultraschall-Sensor gemessen. Mit demselben Gerät kann im Sommer auch die Vegetationshöhe ermittelt werden, was mit phänologischen Entwicklungen in Verbindung gebracht werden kann (JONAS et al. 2008, FONTANA et al. 2008 am Beispiel der IMIS-Stationen in den Schweizer Alpen). Wenn an derselben Station auch noch eine Kamera angebracht werden könnte, so wären auch qualitative Angaben über den Vegetationsstand möglich. Dies sind Perspektiven für Erhebungen in Gebieten ohne phänologische Stationen und auf unbewohnten Flächen.

Das Geoportal des Kantons Bern – ein Kreis schliesst sich

Ist BernClim Grundlagenforschung oder angewandte Forschung? Grundlagenforschung – so die ursprüngliche Bezeichnung – war gedacht als nicht spezifisch an eine Anwendung orientierte Forschung. Die Auftraggeber aber dachten vor allem an Raumplanung, Eignungskarten, Verkehrsplanung, Bedürfnisse von Landwirtschaft, Tourismus usw. (Dokument 1). Mit der Erfassungsinfrastruktur ist somit die Hoffnung auf eine Dienstleistung verbunden. Das erste Dokument zum kantonalen Klimaprogramm umfasste aber auch unter Punkt 4 die Möglichkeit der Intensivierung des Netzes, um lokale und regionale Bedürfnisse von Gemeinden oder Raumplanungsverbänden decken zu können. Dahinter steckte die Idee einer Regionalisierung, einer Zoomfunktion oder des *Downscalings*. Digitale Karten und Geoinformationssysteme (GIS) vermitteln nun diese Möglichkeiten.

Ein Geoportal wie dasjenige des Kantons Bern (AMT FÜR GEOINFORMATION 2009) umfasst digitale Karten, Geodaten, Kataloge und Modelle. Dies ist eine ideale Möglichkeit für eine Web-basierte Publikation von Dokumenten, die einem weiten Kreis von Interessenten zugänglich gemacht werden können. Mit der Portierung eines Produktes auf dem Geoportal des Kantons Bern wird somit ein Kreis geschlossen, welcher mit der Gründung des Klimaprogrammes und den damit gesteckten Zielen begonnen hat und schliesslich in eine moderne Publikation von Daten und raumbestimmten Darstellungen mündet.

Dans tous les cas, un contrôle au sol par des observateurs et observatrices reste indispensable. La mise en valeur et les cartes peuvent en revanche profiter grandement de l'apport des interprétations de photographies et de données satellitaires.

Le géoportail du canton de Berne – un cercle se referme

BernClim est-il un programme de recherche fondamentale ou de recherche appliquée ? La recherche fondamentale – la dénomination d'origine – fut conçue comme une recherche n'étant pas orientée vers une application spécifique. Les mandataires pensaient cependant avant tout à l'aménagement du territoire, aux cartes d'aptitude, à la planification des transports, aux besoins de l'agriculture, du tourisme etc. (Document 1). L'infrastructure de saisie est liée à l'espoir d'un service. Le premier document du programme climatique bernois prévoyait la possibilité d'une régionalisation, d'une fonction zoom ou d'un *downscaling*. Des cartes digitales et des systèmes d'information géographique (SIG), offrent à présent de telles possibilités.

Un géoportail comme celui du canton de Berne (OFFICE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE 2009) comporte des cartes digitales, des données géoréférencées, des catalogues et des modélisations. Il représente le moyen idéal pour publier sur Internet des documents à l'intention d'un large public. La publication d'un produit sur le Géoportail du canton de Berne referme ainsi un cercle qui a commencé avec la constitution du programme climatique et ses objectifs et qui aboutit à une publication moderne de données et de représentations géoréférencées.

Nach mehr als 40 Jahren – eine Bilanz der Auswertungen

Die Auswertungen nach vielen einzelnen Untersuchungen der Daten erlauben einige wichtige Aussagen. Noch fehlt eine umfassende Gesamtauswertung über das gesamte Untersuchungsgebiet und den Zeitraum seit 1970:

- Die Kombination von pflanzenphänologischen und abiotischen Beobachtungen ist einmalig und geeignet, um für topoklimatische Fragestellungen spezifische Daten bereitzustellen.
- Das vorliegende Datenmaterial widerspiegelt den regionalen Klimawandel für alle Jahreszeiten deutlich. Die regionalen und lokalen Besonderheiten und Unterschiede müssen noch weiter ausdifferenziert werden.
- Allgemein lässt sich für den Programmperimeter eine deutliche Verfrühung des Frühlings, eine leichte Verspätung des Herbstes, eine erhebliche Verkürzung der Schneeandauer sowie eine Verschiebung des Nebels feststellen.

Aufgrund der gemachten Erfahrungen können einige allgemeine Empfehlungen für die Zukunft formuliert werden:

- Es ist höchst wünschenswert, dass Erhebungen des Topoklimas weitergeführt werden. Es ist abzusehen, dass das Interesse für räumlich detaillierte Daten in Zukunft steigen wird.
- Eine Überarbeitung des Beobachtungsprogrammes ist in verschiedener Hinsicht angezeigt. Die Erhebungen sollten allgemein möglichst an internationale Normen angeglichen und mit nationalen und internationalen Strukturen vernetzt werden.
- Mit einer Ergänzung der pflanzenphänologischen Beobachtungen könnte die jahreszeitliche Entwicklung besser erfassen werden.
- Die Anpassung der Beobachtungsbedingungen an den Lebensstil jüngerer Generation mit mobilen und spontanen Beobachtungen und dem Einbezug moderner Kommunikationsmittel wird eine Belebung des Programms bewirken.
- Eine Überlappungsperiode mit gleichzeitigem Erheben von Daten mit den herkömmlichen und neuen Methoden müsste während einiger Jahre gewährleistet werden, um die Kontinuität der langen Reihen aufrecht zu erhalten.
- Besonders gefördert werden sollte die Erfassung von Berggebieten im Jura, im höheren Mittelland und in den Alpen.
- Auswertungen sollten künftig sowohl über den gesamten Projektperimeter angesetzt und regional ausdifferenziert werden.

Après plus de 40 ans – un bilan de l'exploitation des données

Après de nombreuses analyses des données, mais avant une exploitation générale sur l'ensemble du périmètre et toute la période dès 1970, quelques résultats se dégagent:

- La combinaison originale d'observations phytophénologiques et abiotiques est unique et convient pour produire des données spécifiques reflétant les conditions topoclimatiques.
- Les données disponibles reflètent clairement les modifications climatiques régionales pour toutes les saisons. Il s'agit encore de détailler les spécificités et différences régionales et locales.
- En général, on peut constater pour le périmètre du programme des printemps manifestement plus précoces, des automnes un peu retardés, une durée de l'enneigement considérablement raccourcie et le déplacement du brouillard.

Par rapport aux expériences faites, quelques recommandations générales peuvent être émises pour l'avenir:

- Il est certainement très souhaitable de poursuivre les relevés des topoclimats. Il est probable que l'intérêt pour des données spatiales détaillées augmente à l'avenir.
- La révision du programme d'observation est indiquée à divers égards. Les relevés seront adaptés aux normes internationales et mis en réseau avec des structures nationales et internationales.
- Des observations phytophénologiques complétées permettront de mieux saisir l'évolution saisonnière.
- L'adaptation des conditions d'observation au style de vie de générations plus jeunes, permettant des observations spontanées mobiles et l'intégration de moyens de communication modernes, vont donner un nouveau souffle au programme.
- En même temps, des données devraient toujours être récoltées selon l'ancien programme, au moins durant quelques années, afin d'assurer la continuité des longues séries.
- Les saisies en régions de montagne dans le Jura, le Moyen Pays supérieur et les Alpes seront favorisées.
- Des analyses devraient être effectuées pour le périmètre entier, mais aussi de manière différenciée par région.

8. Am Puls der Natur – mit Ausdauer

Eine Laudatio für Beobachterinnen und Beobachter

„Jeder von den Tausenden fleißiger, ehrenamtlich tätiger Menschen, ob Studentin oder Rentner, hat so seine eigene Entwicklung, seinen Beruf, seine persönliche Einstellung zu den Dingen dieser Welt und seinen besonderen persönlichen Weg hin zu dieser Phänologietätigkeit.“

„Ein guter Beobachter wird ganz von allein an viele Probleme und Feinheiten herangeführt. Er bemerkt recht bald die Unterschiede im Phasengeschehen einzelner Exemplare derselben Art, etwa wie unterschiedlich Buchen in einem Wald austreiben oder wie verschieden Roßkastanien blühen, je nachdem, auf welchem Boden sie wachsen. Die Aufgabe, einen exakten Termin festzustellen, zwingt zu solchen Erkenntnissen...“ (NIETZOLD 1993: 333-336).

- Beobachtungen sind Wahrnehmungen. Wer mit offenen Augen durch die Welt geht, versteht diese besser.
- Beobachtungen sind Ausdruck des Bewusstseins. Wer beobachtet, nimmt auch sich selber besser wahr.
- Beobachtungen sind Geduldsübungen. Wer beobachtet, nimmt sich Zeit und schaut genau hin.
- Und schliesslich: Beobachtungen sind Reaktionen. Wer beobachtet, ist der Um- und Mitwelt gegenüber nicht gleichgültig, daraus erwächst Engagement.

8 A l'écoute de la nature – avec persévérance

Éloge des observateurs et observatrices

« Chacun des milliers d'observateurs conscien-
cieux, bénévoles, étudiante ou rentier, a son che-
minement personnel, sa profession, son option par
rapport aux choses de ce monde et sa propre tra-
jectoire qui l'a conduit vers cette activité phéno-
logique ».

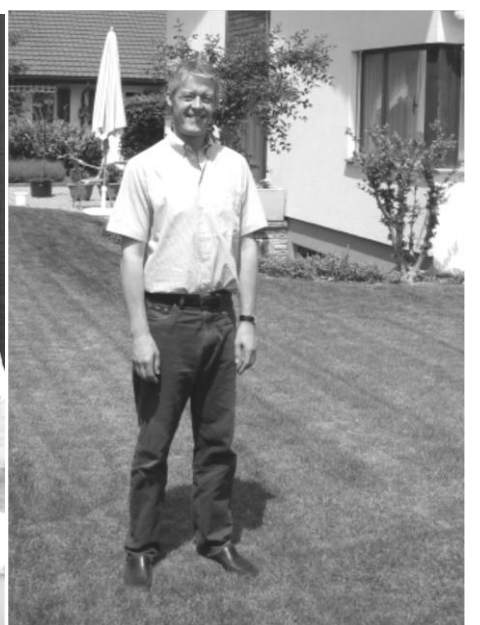
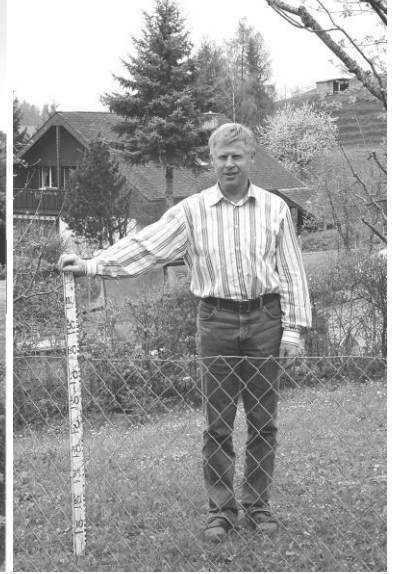
« Un bon observateur sera conduit automatique-
ment vers de nombreux problèmes et nuances. Il
remarquera rapidement les différences du dérou-
lement des phases des individus d'une même es-
pèce, par exemple la manière dont les hêtres bour-
geonnent ou les marronniers d'Inde fleurissent,
selon le sol sur lequel ils poussent. La mission de
devoir noter une date précise exige des prises de
conscience... » (traduit de NIETZOLD 1993: 333-
336).

- Les observations sont des prises de conscien-
ce. Qui se déplace de par le monde les yeux
ouverts le comprendra mieux.
- Les observations sont une expression de la
lucidité. Qui observe, améliore aussi sa pro-
pre perception de soi-même.
- Les observations exigent de la patience. Qui
observe, prends son temps et regarde de près.
- Et pour terminer, les observations sont des
émotions. Qui observe, n'est pas indifférent
par rapport à l'environnement et l'entourage,
d'où résultera un engagement.

*Abbildung 52 (nächste Seite): Einige Beobachterinnen
und Beobachter:*

*Figure 52 (prochaine page): Quelques observateurs et
observatrices:*

Beatrice und Peter von Deschwanden, 3715 Adelboden (Photo Stefan Zingg)
Walter Hirt, 3222 Ersigen und Kirchberg (Photo Sabina Steiner)
August Bernasconi, 4954 Wyssachen (Photo Pascale Affolter)
Marie Bühlmann-Strahm, 2743 Eschert (Photo François Jeanneret)
Theo Schicker, 3780 Gstaad (Photo Tanja Hug)
Ernst Ruch, 3725 Achseten (Photo Claudio Daguati/Fabian Wassmer)
Richard Volz, 3076 Worb (Photo François Jeanneret)
Dieter Teuscher, 3762 Erlenbach (Photo Marco Carlen)
Jürg Burkhard, 4911 Schwarzhäusern (Photo Stefan Schnydrig)



English Summary

BERNCLIM : SEASONALITY-MONITORING – JURA, PLATEAU, ALPS

1. Regional planning and topoclimatology – concepts and goals

The topoclimatological network BernClim covers the area of the Canton of Berne and adjacent areas (7000 km²) in Switzerland. The network started in 1970 as a monitoring tool for regional planning. Cost-effective collection of topoclimatological data leads to the installation of plant phenology, snow and fog observation network. The spatial scale was selected between large-scale mesoclimate and local-scale microclimatic information. With this approach and combining observations during the vegetation period in summer and the recording of the timing of snow and fog, seasonal cycles of the whole year were recorded in the field. BernClim had the aim to build dense network of observations sites comprising the Jura Mountains, the Swiss Plateau, the Alps and the south slope of the Alps. It was the goal to document spatially-explicit topoclimatological differences.

40 years after its initiation, the BernClim has collected 120'000 of plant phenological and 2'000'000 of snow and fog observations. High-density observations provide plenty of data for mapping of selected periods and geospatial modelling. Continuous series at selected sites provide long-term data and document climatic and environmental change at these site. Moreover, BernClim has archived spatially explicit benchmark observations from 1970s which are a valuable reference for future reassessments.

2. Network, data, methods – the infrastructure

BernClim was continuously managed at the Institute of Geography (GIUB), University of Bern. The number of reporting stations has decreased from 180 in the first year to 5 stations in 2011. All data are stored at the GIUB on paper and digital.

Site descriptions contain a name and specific coordinates up to an error band of one meter (Swiss grid). For each observation, altitude, exposition and slope are documented. This allows high precision description of the field sites.

Plant phenological phases represent the growing period from early spring to spring, summer and autumn. Reported are the dates of a defined growth stage. From spring (blooming of the hazel *Coryllus avellana*, date of pollen release; dandelion *Taraxacum officinale*, 50% of a population show open flowers; flowering of the apple trees *Pyrus malus*, 50% of flowers are open) to summer (wheat harvest *Triticum vulgare*, harvest date) and autumn (colouring of the leaves of beech, *Fagus sylvatica*, 50% of leaves turned brown) specific, wide-spread and well-known plant species and phases were selected. The same phases are also represented in the Swiss National Plant Phenological Observation Network of MeteoSwiss to ensure comparability and joint analyses.

For winter the duration of snow cover and fog was selected. Both parameters are reported daily from October to March (fog) and April (snow). Snow cover is observed at three sites for each station representing a flat test site and one North and one South facing site. Between 7 and 8 a.m. snow presence and >50% snow cover is recorded for each site and snow height is measured for the flat site. Ground fog is also observed between 7 and 8 a.m. with three horizontal visibility classes comprising clear visibility (> 1000 meter), fog (200-1000 meter) and dense fog (< 200 meter). The first day of frost is recorded.

3. Space under observation – the survey

The initial phase of BernClim 1970 to 1974 was used to map three plant phenological phases based on 4000 single observations at 77 at 658 sites. The results were reproduced with GIS in 2011. Thus the topoclimatological differences are now available as hand-drawn maps and interpolated data sets. Spatially highly resolved observations allowed showing explicit features and indicating climate borders in the program perimeter.

4. Network and training – the multiplying effects

BernClim was part of the Bachelor and Master education program of the institute between 2005 and 2012. More than 120 students participated and contributed to verification of meta-data. Field observations practice and data analyses were part of the course.

5. Phenology over time – climate change

Five reference stations with observations from 1970 to 2011 were established and are published in this report. 1990 marks a turning point in most of the time series when a distinct shift took place. This change is in agreement with a large number of data sets across the country and the northern hemisphere. The analysis of trend coefficients for hazel, dandelion and apple tree indicated that the coefficients show strongest differences for insolation changes (sunny vs. shady) whereas altitude differences did not lead to statistically significant results for various classes.

6. Plants, snow, fog – the seasons

Based on BernClim data a seasonality diagram was developed to illustrate the pulse of the season across the year. Biotic and abiotic observations were bundled to show a continued change of the year. It was possible to derive climatological long-term means together with the development of single years.

7. Time, space, seasonality – outlook

2011 marks a corner stone year in the history of «BernClim». The coordination of the network is integrated into the climate research group at GIUB to ensure continuation. It is also part of the database of the «Oeschger Center for Climate Change Research» at the University of Bern. In 2012, the association BernClim was funded to support network development and collaborations. Recently, «BernClim» has developed strategies to renew itself and sustain high-quality data collection on changing seasons. BernClim coordinators contributed to the development of «PhaenoNet», a web-based data collection tool initiated by GLOBE Switzerland (www.phaeno.ethz.ch, www.globe-swiss.ch). In this framework, high precision site descriptions are recorded. Finally, seasonality maps based on BernClim observations are integrated into the geodata-website of the State of Bern (geoportal.be.ch). Thus, the first supporter of the network offers the results on its website 40 years after the launch.

Summarising the activities of BernClim we see that the program continued the unique collection of plant, snow and fog data simultaneously to document the regional fingerprint of climate change. A clear advance of spring and a slight delay of fall were found together with a decreasing length of the snow cover duration and a shift in the timing of fog in the perimeter.

8. Feeling the pulse of nature – with perseverance

Observers of BernClim dedicated and still do dedicate time and passion to careful field observations and data handling. Past, present and future coordinators of the network deeply appreciate and acknowledge the persistent work of the observers during the past decades and hope to see their work continue in the future. It is work of bigger importance than ever to document accelerating changes in warming world.

Bibliographie

BernClim- Konzepte und Resultate

Concepts et résultats BernClim

- BUCHER, Felix; JEANNERET, François, 1994: *Phenology as a tool in Topclimatology. A Cross-section through the Swiss Jura Mountains. Mountain environments in Changing Climates*. Routledge London + New York: 270-280
- JEANNERET, François (Hrsg.), 1971: *Anleitung für phänologische Beobachtungen*. Geographisches Institut der Universität Bern, 2. Aufl. Bern: 28 p.
- JEANNERET, François (Hrsg.), 2009: *40 Jahre BernClim 1969-2009*. Schweizer phänologischer Rundbrief Bern. Winter 2008/2009, 10: 6 p.
- JEANNERET, François, 1970: *Klimatologische Grundlagenforschung Jura, Mittelland, Alpen. Konzeption eines Forschungsprogrammes*. Beiträge zur klimatologischen Grundlagenforschung 2, Geographisches Institut der Universität Bern: 47 p.
- JEANNERET, François, 1971: *Die Weizenernte 1970. Eine methodische Auswertung phänologischer Beobachtungen im Querschnitt durch die Schweiz*. Beiträge zur klimatologischen Grundlagenforschung 4, Geographisches Institut der Universität Bern: 32 p. + Beilagen
- JEANNERET, François, 1972: *Methods and problems of mesoclimatic surveys in a mountainous country. A research programme in the Canton of Berne, Switzerland*. Proceedings 7th Geography Conference, New Zealand Geographical Society, Hamilton NZ: 187-191
- JEANNERET, François, 1974: *Statistische und kartographische Bearbeitung phänologischer Beobachtungen - am Beispiel der Daten der Weizenernte 1970*. Informationen und Beiträge zur Klimaforschung, 11. Geographisches Institut der Universität Bern: 31 p.
- JEANNERET, François, 1975: *Geländeklimatologie in aller Welt (Erfahrungen – Ideen – Projekte)*. Informationen und Beiträge zur Klimaforschung 14, Geographisches Institut der Universität Bern: 5-14 p.
- JEANNERET, François, 1991a: *Les mésoclimats du Jura central: une coupe phénologique = Die Mesoklimate des zentralen Juras: Ein phänologischer Querschnitt*. Bulletin de la Société neuchâtoise de géographie 35 = Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern 57, Bienne: 57-70
- JEANNERET, François, 1991b: *Une coupe phénologique à travers le Jura suisse*. Publ. de l'Ass. int. de Climatologie 4, Fribourg: 307-314
- JEANNERET, François, 1997: *From spatial sensing to environmental monitoring: a topoclimatic and phenological survey through Switzerland*. Biometeorology 14(2), Ljubljana: 201-207
- JEANNERET, François, 1997: *Phänologie in einem Querschnitt durch Jura, Mittelland und Alpen - ein Beitrag zu Umweltmonitoring und Gebirgsklimatologie*. Jahrbuch der geographischen Gesellschaft von Bern, Bd. 59/1994-96: 195-204
- JEANNERET, François, 2005: *The rhythm of seasonality – A phenological season diagram*. Analele Universitatii de Vest din Timisoara, Seria Geografie, XV: 5-17
- JEANNERET, François; BRÜGGER, Robert, 2005: *Plant phenology, fog and snow cover duration – A topoclimatic survey of seasonality*. Deutscher Wetterdienst, Annalen der Meteorologie 41 Vol 2 Offenbach am Main: 528-531
- JEANNERET, François; HEMUND, Carol; KOTTMANN, Silvan; BRÜGGER, Robert, 2009: *Von der Eignungskartierung zum globalen Klimawandel – D'un relevé des aptitudes aux modifications climatiques globales*. Schweizer phänologischer Rundbrief – Bulletin phénologique suisse. Winter 2008/2009 Hiver 2008/2009. Bern: 6 p.
- JEANNERET, François; RUTISHAUSER, KOTTMANN; Silvan This; BRÜGGER, Robert; 2010: *Are there local-scale effects of altitude, slope and aspect on temporal trends in a spatially high-resolved plant phenological network in the Swiss Alps 1971–2000?* European Research Abstracts 12, EGU2010-7764
- MESSERLI, Bruno et al., 1978: *Beiträge zum Klima des Kantons Bern*. Jahrbuch der geographischen Gesellschaft von Bern, Bd. 52/1975-76: 151 p. + Beil.
- MESSERLI, Bruno, 1978: *Klima und Planung - Ziele, Probleme und Ergebnisse eines klimatologischen Forschungsprogrammes im Kanton Bern*. Jahrbuch der geographischen Gesellschaft von Bern, Bd. 52/1975-76: 11-22
- RUTISHAUSER, This; BRÜGGER, Robert; JEANNERET, François, 2009: *Phänologie – Theorie und Praxis eines Biomonitorings. Skriptum zur Vorlesung*. Geographisches Institut der Universität Bern: 128 S.
- VOGEL, Juliette; GYGLI, Ruedi; HERREN, Thomas; RUTISHAUSER This, 2011: *«Hazel campaign 2011» – Developing a web-based plant phenological database, data collection and visualisation tool in Switzerland*, Geophysical Research Abstracts 13, EGU2011-5051. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2011/EGU2011-5051.pdf>
- VOLZ, Richard, 1978: *Vergleich zwischen Berner Jura und Berner Oberland. Vorgenommen auf Grund zweier phänologischer Ereignisse aus Frühling und Herbst*. Verhandlungen der fünfzehnten Internationalen Tagung für Alpine Meteorologie: Grindelwald, Sept. 1978, volume 1. Teil. Tagungsbericht Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich: 117-120
- VOLZ, Richard, 1979: *Phänologischer Vergleich zwischen Berner Jura und Berner Oberland auf Grund von zwei Ereignissen im Frühling und Herbst* Inform. u. Beitr. zur Klimaforsch. Geogr. Inst. Univ. Bern, Nr. 17: 13-29
- VOLZ, Richard; WANNER, Heinz; WITMER, Urs, 1978: *Zusammenfassung im Sinne einer regionalen Klimacharakterisierung*. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern, Band 52: 149-150
- WANNER, Heinz, 1973: *Eine Karte der Vegetationszeit im Kanton Bern*. Geographica Helvetica, 28 (3): 152-158

- WANNER, Heinz, 1978: *Die Nebelverhältnisse der Kantone Bern und Solothurn*. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern, Band 52: 113-148
- WITMER, Urs, 1978: *Die mittleren Schneehöhen und die Schneesicherheit im Kanton Bern*. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern, Band 52: 59-112
- WITMER, Urs, 1982: *Eine Methode zur flächendeckenden Kartierung von Schneehöhen unter Berücksichtigung von reliefbedingten Einflüssen*. Geographica Bernensia. G 21 Bern: 140 S.

BernClim-Posters

Posters BernClim

- JEANNERET, François; BRÜGGER, Robert; RUTISHAUSER, This; WANNER, Heinz, 4. 5. 2010: *BERNCLIM, a Biomonitoring Tool to assess Seasonality and Climate Impact*, Berner Umweltforschungstag, Bern
- JEANNERET, François; BRÜGGER, Robert; RUTISHAUSER, This; WANNER, Heinz, 29. 10. – 1. 11. 2007: *BERNCLIM. A biomonitoring tool for Seasonality and Climate Impact*, Poster am Berner Umweltforschungstag 2007, Bern.
- RUTISHAUSER, This; BRÜGGER, Robert; JEANNERET, François, 20. 11. 2010: *Altitude, slope and aspect: Are there local-scale effects in temporal trends in a spatially high-resolved plant phenological network in the Swiss Alps 1971–2000?* 8th Swiss Geosciences Meeting, Fribourg, Switzerland
- RUTISHAUSER, This; BRÜGGER, Robert; KOTTMANN, Silvan; JEANNERET, François, 2.-7. 5. 2010: *Are there local-scale effects of altitude, slope and aspect on temporal trends in a spatially high-resolved plant phenological network in the Swiss Alps 1971–2000?* European Geosciences Union, General Assembly, Vienna. Poster: http://presentations.copernicus.org/EGU2010-7764_presentation.pdf

Weiterführende Literatur

Ouvrages recommandés

- AHREND, Hella Ellen; BRÜGGER, Robert; STÖCKLI, Reto; SCHENK, Jürg; MICHNA, Pavel; JEANNERET, François; WANNER, Heinz; EUGSTER, Werner, 2008: *Quantitative phenological observations of a mixed beech forest in northern Switzerland with digital photography*. Journal of Geophysical Research, Biogeosciences: 113
- AHREND, Hella Ellen; ETZOLD, Sophie; KUTSCH, Werner L.; STÖCKLI, Reto; BRÜGGER, Robert; JEANNERET, François; WANNER, Heinz; BUCHMANN, Nina; EUGSTER, Werner, 2009: *Tree phenology and carbon dioxide fluxes: use of digital photography for process-based interpretation at the ecosystem scale*. Climate Research 39: 261-274
- AMT FÜR GEOINFORMATION DES KANTONS BERN, 2009: *Geoinformationsstrategie des Kantons Bern*. Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern: 39 p.
- Atlas der Schweiz = Atlas de la Suisse = Atlante della Svizzera* 2011 Bundesamt für Landestopographie (swisstopo), Institut für Kartographie der ETH-Zürich, ETH-Rat; hrsg. im Auftrag des Schweizerischen Bundesrates Ausgabe Version 3.0 Bern: Bundesamt für Landestopographie, 2 CD-ROM + Begleitheft: 64 S.
- BENDIX, Jörg, 2004: *Geländeklimatologie*. Studienbücher Geographie. Bornträger Berlin-Stuttgart: 282 S.
- BENISTON, Martin (1997): *Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcings*. In: Climatic Change, 1997, Vol.36: 281-300
- BRÖNNIMANN, S., ANNIS, J., DANN, W., EWEN, T., GRANT, A. N., GRIESSER, T., KRÄHENMANN, S., MOHR, C., SCHERER, M., VOGLER, C., 2006: A guide for digitising manuscript climate data. Climate of the Past, 2, 137-144
- BRÖNNIMANN, Stefan, 2010: *Die Analyse von Extremereignissen benötigt bessere Daten = L'analyse d'événements extrêmes nécessite de meilleures données climatiques*. ProClim-Flash Bern 49: S. 1-3
- BRÜGGER, Robert, 1997: *Phänologie von Buche und Fichte: Beobachtungsmethode und Vergleich mit dem Temperaturverlauf und der Kronenverlichtung*. Umwelt-Materialien BUWAL Bern, 73: 77-149
- BRÜGGER, Robert, 1998: *Phänologie von Buche und Fichte: Beobachtung, Variabilität, Darstellung und deren Nachvollzug in einem Modell*. Geographica Bernensia, G49: 186 S.
- BRÜGGER, Robert; DOBBERTIN, Mathias; KRÄUCHLI, Norbert, 2003: *Phenological variation of forest trees*. In: SCHWARTZ, M. D. (Ed.), *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Tasks for Vegetation Science, 39; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 255-267
- BRÜGGER, Robert; JEANNERET, François, 2003: *The phenological bibliography; a contribution to the European Phenology Network EPN*. University of Berne, Institute of Geography: 22 p.
- BRÜGGER, Robert; STUDER, Sibylle; STÖCKLI, Reto, 2007: *Die Vegetationssentwicklung erfasst am Individuum und über den Raum*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 158 (7): 221–228
- BRÜGGER, Robert; VASSELLA, Astrid, 2003: *Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Anleitung für phänologische Beobachtungen; Les plantes au cours des saisons. Guide pour observations phénologiques*. Geographica Bernensia, Bern: 287 S.
- BRUNS, Ekko; VAN VLIET, Arnold J. H., 2003: *Standardisation and observation methodologies of phenological networks in Europe*. Wageningen University, German Weather Service, Wageningen, Offenbach: 79 S.
- BURRI, Klaus, 2006⁴: *Schweiz – Suisse – Svizzera – Svizra. Geographische Betrachtung*. Interkantonale Lehrmittelzentrale, Lehrmittelverlag des Kantons Zürich: 338 p.
- BURRI, Max; RUTISHAUSER, This, 2009: *Johann Jakob Sprüngli's Beobachtungen als Quelle der Historischen Klimaforschung*. In: STUBER, Martin; MOSER, Peter; GERBER-VISSER, Gerrendina; PFISTER, Christian (Hrsg.). *Kartoffeln, Klee und kluge Köpfe. Die Oekonomische und Gemeinnützige Gesellschaft des Kantons Bern OGG (1759-2009)*. Haupt Bern: 107-110
- CLOT, Bernard, 2007: *Du pollen dans l'air*. Schweizer phänologischer Rundbrief 6 Winter 2006/2007 Bern

- CLOT, Bernard, 2007: *Pollen dans l'air du Plateau suisse: paramètres climatiques et nouveaux risques pour les allergies*. Thèse de doctorat: Université de Neuchâtel; Faculté des sciences. Institut de biologie: 131 S.
- DEFILA, Claudio; JEANNERET, François, 2007: *Phänologie – ein Biomonitoring und seine Anwendungen*. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 158 (5): 98-104
- DEFILA, Claudio, 1991: *Pflanzenphänologie der Schweiz*. Inaugural-Dissertation, Universität Zürich. In: Veröff. der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, Nr. 50: 235 S.
- DEFILA, Claudio, 1992: *Pflanzenphänologische Kalender ausgewählter Stationen in der Schweiz. Calendriers phytophénologiques d'un choix de stations en Suisse*. Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt Zürich, Jahrgang 1989: 231 S.
- DEFILA, Claudio; CLOT, Bernard, 2001: *Phytophenological trends in Switzerland*. Int J Biometeorol 45:203–207
- DEFILA, Claudio; CLOT, Bernard, 2005: *Phytophenological trends in the Swiss Alps, 1951–2002*. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 14, No. 2.:191-196
- EGRET, Sylviane, 1985: *Stades phénologiques des principales cultures et télédétection*. Méthodes et applications scientifiques Ministère de l'agriculture, Service central des enquêtes et études statistiques Paris.: 53 p.
- FONTANA, Fabio; RIXEN, Christian; JONAS, Tobias; ABEREGG, Gabriel; WUNDERLE, Stefan, 2008: *Alpine Grassland Phenology as seen in AVHRR, VEGETATION, and MODIS NDVI Time Series - a Comparison with in Situ Measurements*. Sensors 2008, 8, 2833-2853
- HENDRICKS FRANSSEN, Harie-Jan; SCHERRER, Simon C., 2008: *Freezing of lakes on the Swiss plateau in the period 1901–2006*. Int. J. Climatol. 28: 421–433
- HUDSON, Irene L; KEATLEY, Marie R. (Hrsg.), 2010: *Phenological Research: Methods for environmental and climate change analysis*. Springer. Berlin, Heidelberg, New York: 521 S.
- JEANNERET, François, 1975: *Geländeklimatologie in aller Welt (Erfahrungen – Ideen – Projekte)*. Informationen und Beiträge zur Klimaforschung 14, Geographisches Institut der Universität Bern: 5-14
- JEANNERET, François, 1978: *Die Klimateignung für die Landwirtschaft: Methode und Probleme einer gesamtschweizerischen Grundlagenkartierung* Geographica Helvetica 1 (1978): 49-54
- JEANNERET, François, 1997: *Internationale Phänologie-Bibliographie – Bibliographie internationale de phénologie – International bibliography of phenology*. Geographica Bernensia P 32 Bern: 68 S.
- JEANNERET, François, 2005: *The rhythm of seasonality – A phenological season diagram*. Analele Geografia Timisoara, Vol XV: 5-16
- JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This, 2009: *Phenology for topoclimatological surveys and large-scale mapping*. In HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. (Eds) *Phenological Research: Methods for environmental and climate change analysis*. Springer Berlin, Heidelberg, New York: 159-175
- JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This, 2009: *Seasonality as a core business of phenology*. In HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. (Eds) *Phenological Research: Methods for environmental and climate change analysis*. Springer Berlin, Heidelberg, New York: 63-74
- JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This; BRÜGGER, Robert, 2011: *Phänologie und Saisonalität: Geschichte, Monitoring, Raumansprache*. U26 Geographica Bernensia Bern: 178 S.
- JEANNERET, François; RUTISHAUSER, This; KOTTMANN, Silvan; BRÜGGER, Robert (2010) Are there local-scale effects of altitude, slope and aspect on temporal trends in a spatially high-resolved plant phenological network in the Swiss Alps 1971–2000? Geophysical Research Abstracts 12, EGU2010-7764
- JEANNERET, François; VAUTIER, Philippe, 1977a: *Kartierung der Klimateignung für die Landwirtschaft in der Schweiz = Levé cartographique des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse*. Geographica Bernensia. Reihe G, Grundlagenforschung ; 6 Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern. Beiheft 4. 108 S
- JEANNERET, François; VAUTIER, Philippe, 1977b: *Klimateignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz = Cartes des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse = Carte delle attitudini climatiche per l'agricoltura in Svizzera*: Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Bern 47 S., 6 Karten
- JONAS, Tobias; RIXEN, Christian; STURM, Matthew; STOECKLI, Veronika, 2008: *How alpine plant growth is linked to snow cover and climate variability*. J Geophysical Res Vol. 113, G03013, doi:10.1029/2007JG000680
- KNOCH, K., 1949: *Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie*. Ber. Dtsch. Landeskr. 7: 115-123
- MAHRER, T., 1985: *Untersuchungen über die herbstliche Laubverfärbung der Buche in der Region Liestal – Möhlin – Basel auf Grund von langjährigen phänologischen Beobachtungsreihen und ihre Zusammenhänge mit klimatologischen Parametern*. Diplomarbeit ETH Zürich: 117 S.
- MATHIEU, Gwladys, 2006: *Le programme Phénoclim*. Schweizer phänologischer Rundbrief 4 Winter 2005/2006 Bern
- MATHIEU, Gwladys, DELESTRAD Anne, 2006: *Phénoclim, a research project on phenology in the Alps*. Proceeding of the International Congress of Alpine and Arctic Botanical Gardens pp 57-62.
- MATHYS, Hans et al., 1980: *Klima und Luftthygiene im Raum Bern: Resultate des Forschungsprogrammes KLIMUS und ihre Anwendung in der Raumplanung*. Geographisches Institut der Universität Bern: 40 p.
- NIETZOLD, Jochem, 1993: *Phänologie. Vom Rhythmus des Zeitlebens der Pflanzen im Jahreslauf. Beiträge zu einer kosmologischen Biologie*. Mellinger Stuttgart: 333-336
- OFFICE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE, 2009: *Stratégie du canton de Berne en matière de géoinformation*. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne: 39 p.

- OKE, Timothy R., 2000²: *Boundary Layer Climates*. Routledge London: 435 S.
- PFISTER, Christian, 1972: *Phänologische Beobachtungen in der Schweiz der Aufklärung*. Informationen und Beiträge zur Klimaforschung – Contributions à la recherche climatologique Bern 8: 15-30
- PFISTER, Christian, 1975: *Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland zur Zeit der Ökonomischen Patrioten 1755-1797*. Geographica Bernensia G2: 229 p. + Anhang
- PFISTER, Christian, 1984: *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. Band I*. Academica Helvetica Haupt Bern: 184 p. + Anhang
- PORSCH, O., 1950: *Geschichtliche Lebenswertung der Kastanienblüte*. Österr. Bot. Z. 97: 269-321
- PRIMAULT, Bernard, 1972: *Etude méso-climatique du Canton de Vaud*. Office cantonal vaudois de l'urbanisme 14: 186 p.
- PRIMAULT, Bernard, 1984: *Phänologie: Frühling, Frühhommes = Phénologie: printemps, début de l'été. Phänologie: Sommer, Herbst = Phénologie: été, automne*. In: KIRCHHOFER, Walter et al. *Klimaatlas der Schweiz = Atlas climatologique de la Suisse*. Bundesamt für Landestopographie Wabern: Tafel 13.1 + 13.2
- PRIMAULT, Bernard; SCHWIRZER, S.; KUHN, W.; AMBROSETTI, F., 1957: *Atlas phénologique = Phänologischer Atlas = Atlante fenologico*. Institut suisse de météorologie, Zurich: 65 S.
- REBETZ, Martine, 2006: *Helvetien im Treibhaus: der weltweite Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Schweiz*. Haupt Bern, CH Wissen: 149 S.
- REBETZ, Martine, 2006³: *La Suisse se réchauffe: effet de serre et changement climatique*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Collection Le savoir suisse ; 2. Nature & environnement: 142 p.
- RÖTHLISBERGER, Jürg, 2010: *Früher Frühling – früher Herbst? Beobachtungen und Reflexionen zur Herbstphänologie*. Bauhina Basel 22: 93-110
- RUTISHAUSER, This, 2003: *Cherry Tree Phenology. Interdisciplinary Analyses of Phenological Observations of the Cherry Tree in the Extended Swiss Plateau Region and Their Relation to Climate Change*. Geographisches Institut, Universität Bern, 123 S.
- RUTISHAUSER, This, 2007: *Historical Phenology – Plant Phenological Reconstructions and Climate Sensitivity in Northern Switzerland*. Dissertation, Geographisches Institut der Universität Bern, 167 S.
- RUTISHAUSER, This, 2009: *Historical Phenology in Central Europe. Seasonality and Climate During the Past 500 Years*. Geographica Bernensia, G82: 152 S.
- RUTISHAUSER, This; JEANNERET, François, 2009: *Phänologie im Gebirge. Über den Rhythmus der Jahreszeiten im Schweizer Alpenraum*, in: PFISTER, C. und IMBODEN, G. (Hrsg.): *Klimageschichte in den Alpen. Methoden - Probleme - Ergebnisse, Blätter aus der Walliser Geschichte*, XLI. Band, herausgegeben vom Geschichtsforschenden Verein Oberwallis, Brig
- RUTISHAUSER, This; LUTERBACHER, Jürg; DEFILA, Claudio; FRANK, D.; WANNER, Heinz, 2008: *Swiss Spring Plant Phenology 2007: Extremes, a multi-century perspective and changes in temperature sensitivity*, Geophysical Research Letters, 35, L05703
- RUTISHAUSER, This; LUTERBACHER, Jürg; JEANNERET, François; PFISTER, Christian; WANNER, Heinz, 2007: *A phenology-based reconstruction of interannual changes in past spring seasons*. Journal of Geophysical Research (Biogeosciences), 112, G04016
- RUTISHAUSER, This; SCHLEIP, Christoph; SPARKS, Tim; NORDLI, Øyvind; MENZEL, Annette; WANNER, Heinz; JEANNERET, François; LUTERBACHER, Jürg, 2009: *The Temperature Sensitivity of Swiss and British Plant Phenology 1753–1958*, Special Issue European Plant Phenology. Climate Research, 39. 179-190.
- RUTISHAUSER, This; STUDER, Sibylle, 2007: *Klimawandel und der Einfluss auf die Frühlingsphänologie*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 158, 105-111
- RUTISHAUSER, This; STUDER, Sibylle, 2007: *Klimawandel und der Einfluss auf die Frühlingsphänologie*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 158, 105-111
- SCHLEIP, Christoph; MENZEL, Annette; DOSE, Volker, 2010: *Bayesian Methods in Phenology*. In HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. (Eds) *Phenological Research: Methods for environmental and climate change analysis*. Springer Berlin, Heidelberg, New York: 229-254
- SCHLEIP, Christoph; RUTISHAUSER, This; LUTERBACHER, Jürg; MENZEL, Annette, 2008: *Time series modelling and central European temperature impact assessment of phenological records over the last 250 years*, J GEOPHYS RES, 113, G04026,
- SCHNELLE, Fritz, 1949: *Phänologische Weltkarte Beginn der Weizenernte, Verteilung der Weizenanbaufläche und der Weizenausfuhr*. Meteorol Rundschau 2 (3/4) Heidelberg
- SCHNELLE, Fritz, 1955: *Pflanzenphänologie*. Probleme der Bioklimatologie Leipzig: 289 S.
- SCHNELLE, Fritz, 1965: *Beiträge zur Phänologie Eupopas I. 5 Mittelwertskarten, Erstfrühling bis Herbst*. Bericht des Deutschen Wetterdienstes, 14 (101): 6 S., 5 Karten
- SCHREIBER, K. F., 1977: *Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969 bis 1973*. Grundlagen für die Raumplanung, Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Der Delegierte für Raumplanung Bern: 69 p. + 5 Karten
- SCHWARTZ, Mark D. (ed.), 2003: *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Kluwer Dordrecht: 563 S.
- SCHWARTZ, Mark D., AHAS, Rain; AASA, Anton, et al., 2006: *Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere*. Global Change Biology 12(2): 343-351
- SPIESS, Ernst (Hrsg.), 2004: *Schweizer Weltatlas* [Kartenmaterial]. Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). Lehrmittelverlag d. Kt. Zürich. 240 S.

- STÖCKLI, Reto; VIDALE, Pier Luis., 2004: *European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset*. International Journal of Remote Sensing 25(17): 3303-3330
- STUDER, Sibylle; APPENZELLER, Christof; DEFILA, Claudio, 2005: *Inter-Annual Variability and Decadal Trends In Alpine Spring Phenology: A Multivariate Analysis Approach*. Climatic Change (2005) 73: 395–414
- THORNE, Peter W.; WILLETT, Kate M.; ALLAN, Rob J.; BOJINSKI, Stephan; CHRISTY, John R.; FOX, Nigel; GILBERT, Simon; JOLLIFFE, Ian; KENNEDY, John J.; KENT, Elizabeth; KLEIN TANK, Albert; LAWRIK, Jay; PARKER, David E.; RAYNER, Nick; SIMMONS, Adrian; SONG, Lianchun; STOTT, Peter A.; TREWIN, Blair, 2010: *Guiding the Creation of a Comprehensive Surface Temperature Resource for Twenty-First-Century Climate Science*. Bull. Amer. Meteor. Soc.: ES 40-ES47
- TROLL, C., 1970: *Landschaftsökologie (Geocology) und Biogeökologie. Eine Terminologische Studie*, 9-17 S.
- TROLL, C.; PAFFEN, K. H., 1964: *Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde*. Erdkunde 18: 5-28
- VAN VLIET, A. J. H.; BRAUN, P.; BRUEGGER, R.; BRUNS, E.; CLEVERES, J.; ESTREGUIL, C. .; FLECHSIG, M.; DE GROOT, R. S. .; GRUTTERS, M.; HARREWIJN, J.; JEANNERET, F.; MARTENS, P.; MENNE, B.; MENZEL, A.; SPARKS, T., 2003. *The European Phenology Network; Nature's Calendar on the move*. Wageningen University, Wageningen: 64 p.
- VAN VLIET, A.J.H.; DE GROOT, R.S., 2003. *Towards a multifunctional European Phenology Network*. In: SCHWARTZ, M. D. (Ed.), *Phenology: An integrative environmental science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 105-118
- VASSELLA, Astrid, 1997: *Phänologische Beobachtungen des bernischen Forstdienstes von 1869 bis 1882: Witterungseinflüsse und Vergleich mit heutigen Beobachtungen*. In: *Phänologie von Waldbäumen. Historische und aktuelle Beobachtungen*. Umwelt-Materialien Wald, 73: 9-72
- VEIT, Heinz, 2002: *Die Alpen – Geoökologie und Landschaftsentwicklung*. UTB 2327, Ulmer Stuttgart: 352 p.
- VESTER, Frédéric, 1983: *Der Wert eines Vogels: ein Fensterbilderbuch*. Kösel München: 18 p.
- VESTER, Frédéric, 1985: *Ein Baum ist mehr als ein Baum: ein Fensterbilderbuch*. Kösel München: 41 p.
- VOGEL, Juliette, 2005: *Phänologie – Ein Schulprojekt zur Untersuchung der Wirkung der Jahreszeiten auf biologische Zyklen*. Erde als System GLOBE Schweiz, PH Solothurn: 52 S.
- VOGEL, Juliette, 2006: *Phänologie an der Schule*. Schweizer phänologischer Rundbrief 4 Winter 2005/06 Bern: 1
- VOGEL, Juliette; GYGLI, Ruedi; HERREN, Thomas; RUTISHAUSER, This, 2011: „Hazel campaign 2011” – *Developing a web-based plant phenological database, data collection and visualization tool in Switzerland*. Geophysical Research Abstracts 13, EGU 2011-5051
- VOLZ, Richard, 1984: *Das Geländeklima und seine Bedeutung für den landwirtschaftlichen Anbau: das Geländeklima einer Region im Tafeljura, im Napfbergland und im Berner Oberland und sein Einfluss auf die Möglichkeiten und Grenzen des landschaftlichen Anbaus*. Geographica Bernensia: G15 Bern: 189 S.
- WALKER, Daniel, 2010: *Cloud effects on erythemal UV radiation in a complex topography*. Veröffentlichung MeteoSchweiz Nr. 86 Zürich; Diss. ETH Zürich Nr. 18415, 2010: 106 S.
- WEGMANN, Milène, 2005: *Naturwahrnehmung im Mittelalter im Spiegel der lateinischen Historiographie des 12. und 13. Jahrhunderts*. Lateinische Sprache und Literatur des Mittelalters; Bd. 40 Peter Lang, Bern: 240 p.
- WILDI, Otto, 2011: *Biomonitoring zwischen Controlling und Prophetie*. Informationsblatt Landschaft 83: WSL Birmensdorf: 1-6
- WITMER, Urs, 1986: *Erfassung, Bearbeitung und Kartierung von Schneedaten in der Schweiz*. Geographica Bernensia G25 Bern: 215 S.
- ZSCHOKKE, A., 1891: *Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen*. Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, 1: 157-190

Unveröffentlichte Manuskriptarbeiten Manuscripts non publiés

- BÄCHTIGER, Christoph, 2006: *Biomonitoring am Beispiel zweier BERNCLIM-Beobachtungsreihen aus dem Faltenjura/Haute-Chaîne*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- BIERI, Mirjam, 2005: *Die phänologische Vegetationsdauer in einem Querschnitt durch Jura, Mittelland, Alpen*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- BLATTER, Alexandra, 2011: *Herbstphänologie: Der Ablauf der Blattverfärbung der Buche in den Testgebieten Oberaargau, Engstligental und Jura*. Geographisches Institut Universität Bern (Bachelorarbeit, Schweizer Preis für Phänologie und Saisonalitätsforschung 2011)
- BUCHER, Felix, 1993: *Dokumentation über die Aufbereitung der Phänologiedaten des GIUB-Beobachtungsnetzes*. Geographisches Institut der Universität Zürich (Manuskript): 11 p.
- DIEZIG, Robert, 2005: *Klimawandel und die Verschiebung des phänologischen Frühlingsbeginns in Grossaffoltern ab 1977*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- GRAF, Susanna, 2006: *Der Einfluss des Klimas auf das Eintrittsdatum ausgewählter phänologischer Phasen von 1766 bis 1802 (Fallbeispiel Johann Jakob Sprüngli)*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- GRAF, Susanna, 2006: *The Influence of Climate Factors on Selected Phenological Phases, 1766-1801 and 1951-2005*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- GSCHWEND, Gabriel, 2008: *Blühen im Alpengarten Schynige Platte – Phänologie an der oberen Waldgrenze*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)

- HUG, Tanja, 2005: *Phänologie im Kanton Bern (BERNCLIM-Netz): Die Eintritte der Phänophasen in einem räumlichen Modell für die Region Grund-Gstaad-Saanen*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- INDERMÜHLE, Katja, 2011: *Analyse der Schneeandauer im Engstligen- und unteren Kandertal. Durchführung einer Analyse des Verhaltens der Schneedecke im Jahresverlauf sowie einer räumlichen Modellierung und Kartierung der Schneeandauer*. Geographisches Institut Universität Bern (Bachelorarbeit, Schweizer Preis für Phänologie und Saisonalitätsforschung 2011)
- JEANNERET, François, 2009: *BernClim: Berner Topoklimaforschung: Festschrift =Recherche topoclimatique bernoise: plaquette commémorative*. Geographisches Institut der Universität Bern = Institut de géographie de l'Université de Berne: 26 S.
- JUD, Sabrina, 2005: *Feldexperiment zum Pollentransport im Val de Nendaz - Frühling 200.5* Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- KOTTMANN, Dominic, 2011: *Vergleich von phänologischen Beobachtungen mit NOAA AVHRR NDVI Daten*. Geographisches Institut Universität Bern (Masterarbeit)
- KOTTMANN, Silvan, 2007: *Räumliche Interpolation pflanzenphänologischer Beobachtungen in einem geographischen Informationssystem (GIS)*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- KOTTMANN, Silvan, 2008: *Topoklimatische Modellierung phänologischer Frühlingsphasen in einem Geographischen Informationssystem (GIS). Für die allgemeine Blüte der Hasel, des Löwenzahns und des Apfelbaums im Querschnitt durch Jura, Mittelland und Alpen*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- MATTI, Christoph, 2004: *Zusammenhang zwischen Schneebedeckung und phänologischem Frühlingsbeginn und Veränderung der Schneebedeckung in Grossaffoltern seit 1977*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- MEIER, Daniel, 2007: *Nebelhäufigkeit am Berner und Solothurner Jurasüdfuss*. Geographisches Institut Universität Bern (Bachelorarbeit)
- MEIER, Nicole, 2005: *Höhengradienten in ausgewählten Stationsreihen des schweizerischen phänologischen Beobachtungsnetzes von MeteoSchweiz*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- MEIER, Nicole, 2007: *Grape Harvest Records as a Proxy for Swiss April to August Temperature Reconstructions* Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- NEUENSCHWANDER, Thomas, 2007: *Können Herbarbelege als Archive für phänologische Daten genutzt werden?* Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- OBRECHT, Andreas, 2007: *Modellierung phänologischer Ereignisse aus gemessenen Temperaturwerten, Vergleich von zwei Modellen*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- OBRECHT, Andreas, 2008: *Wood Anatomy and Phenology: Vessel formation of beech, oak and cherry trees in relation to phenological observations*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- REIST, Michael, 2007: *Auswirkungen von Frühling und Sommer 2003 auf die Phänologie der Buche und Esche*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- RUTISHAUSER, This, 2005: *Cherry Tree Phenology, Interdisciplinary Analyses of Phenological Observations of the Cherry Tree in the Extended Swiss Plateau Region and Their Relation to Climate Change* Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- STADELMANN, Fabian, 2008: *Entwicklung der Nebelhäufigkeit seit 1974. Entwicklung und Trends am Beispiel von topographisch unterschiedlichen Standorten des zentralen Schweizer Mittlandes*. Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- STEINLIN, Maria, 2007: *Welche Pflanzen reagieren sensitiv auf Temperaturänderung?* Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- STEINLIN, Maria 2008: *Phänologische Rekonstruktionen für Buche, Bergahorn und Esche im Gebiet der Lägern (AG)*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- VASSELLA, Astrid; BRÜGGER, ROBERT, 2001: *Impulsprojekt für das phänologische Monitoring im Wald und für den Einbezug in die Langfristige Waldökosystemforschung (LWF)*. Forschungsprojekt Ökol07/97, Eidgen. Forstdir. BUWAL, (heute BAFU) Schlussbericht Okt. 1997. Geographisches Institut, Universität Bern. unpubl.
- VOLZ, Richard, 1973: *Phänologische Untersuchungen mit dem Versuch einer lokalen Gliederung im Gebiet der Stadt Bern*. Geographisches Institut Universität Bern (Proseminararbeit)
- VON DACH, Lukas, 2007: *Auswirkungen des Winters 2005/06 auf die Vegetationsentwicklung im darauffolgenden Frühjahr* Geographisches Institut Universität Bern (Seminararbeit)
- VON DACH, Lukas, 2007: *Nebelhäufigkeit in der Schweiz: Entwicklung und Trends im Winterhalbjahr von 1864 bis 2006*. Geographisches Institut Universität Bern (Diplomarbeit)
- ZUMBÜHL, Angela, 2007: *Einfluss des warmen Winters 2006/2007 und Frühlings 2007 auf die Phänologie Kroatiens*. Geographisches Institut Universität Bern (Bachelorarbeit)

Internet-Adressen und Datenarchive

Adresses internet et archives de données

Institution	Internet-Adresse: www. Adresses internet: www.
<i>BernClim, Berner Programm für Topoklima, CH</i>	bernclim.ch
<i>Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude CREA, Chamonix, F</i>	crea.hautesavoie.net
<i>COST 725 Establishing a European Phenological Data Platform</i>	topshare.wur.nl/cost725
<i>Commission suisse pour la phénologie et la saisonnalité, CPS, Plateforme Géosciences, SCNAT, CH</i>	cps.scnat.ch
<i>European Phenology Network EPN, Eu</i>	Dow.wau.nl/msa/epn
<i>European Phenology Network EPN Database, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Eu</i>	Pikpostdam.de/~rachimow/epn/html/frameok.html
<i>Geographisches Institut der Universität Bern, CH ehemalige Forschungsgruppe = ancien groupe de recherche PHENOTOP</i>	geography.unibe.ch geography.unibe.ch/content/ueber_uns/emeriti/francois_jeanneret/index_ger.html
<i>Global Phenology Monitoring GPM</i>	Dow.wau.nl/msa/gpm
<i>Geoportal des Kantons Bern Géoportail du canton de Berne CH</i>	apps.be.ch/geo/de apps.be.ch/geo/fr
<i>GLOBE Program, USA</i>	globe.gov
<i>GLOBE Schweiz, CH</i>	globe-swiss.ch
<i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	ipcc.ch
<i>International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests), Eu</i>	icp-forests.org
<i>Internationale phänologische Gärten Europas (IPG), Eu</i>	agrar.hu-berlin.de/pflanzenbau/agrarmet/phaenologie_de.html
<i>Kommission Phänologie und Saisonalität, KPS, Plattform Geosciences, SCNAT, CH</i>	kps.scnat.ch
<i>MeteoSchweiz, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, CH (Vegetationsentwicklung/Phänologie)</i>	meteoschweiz.ch
<i>National Phenology Network, USA</i>	usanpn.org
<i>Nature's Calendar Survey, UK</i>	Naturescalendar.org.uk
<i>Natuurkalender, het fenologisch waarnemesnetwerk van Nederland, NL</i>	natuurkalender.nl
<i>Observatoire Des Saisons, F</i>	obs-saisons.fr
<i>Pan European Phenological Database PEP725, Eu</i>	zamg.ac.at/cost725
<i>PhenoALP, projet Interreg, F/I</i>	phenoalp.eu/
<i>PhaenoNet (netzübergreifende Datenplattform Phänologie Schweiz = Plateforme interinstitutionnelle de la phénologie suisse), CH</i>	phaeno.ethz.ch
<i>Seasons in My Biome</i>	Seasonsandbiome.net
<i>World Meteorological Organisation</i>	wmo.int
<i>WSL Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, CH Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, CH WSL-Sottostazione Sud delle Alpi Bellinzona WSL-Antenne romande Lausanne WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF Davos</i>	wsl.ch wsl.ch/sottostazione ecos.epfl.ch slf.ch

Anhang

– Metadaten und Karten

Annexe

– métadonnées et cartes

Metadaten der Stationen

Métadonnées des stations

Station(en) station(s)				Höhe alti. (m)	Sommerbeobachtungen Observations d'été				Winterbeobachtungen Observations d'hiver				Kat. Cat.
Nr No.	alte anc.	Ortschaft localité	Anz No.		Von de	Bis à	Jr na .	Bericht rapport	Von de	Bis à	Jr. an.	Bericht rapport	
1797	1781	Münchenwiler	1	514	1970		1						1
2000		Neuchâtel La Coudre	1	525	1976	1984	9		1972	1984	5		1
2076		Gals	1	440	1970		1		1970		1		1
2311	2333	La Chaux d'Abel	1	1035	1970	1980	32	2009	1970	1978	19		3
2534		Orvin	1	700	1971	1997	3		1971		1		1
2538	2543	Romont	1	758	1971		1						1
2543		Lengnau	4	565	1970	2006	35	2005	1970	2006	35	2010	3
2553		Safnern	1	470	1970		1	2011	1970		1		1
2555		Brügg	1	440	1970		1	2011					1
2562		Port	2	470	1970		1	2011	1970		1		1
2575		Gerolfingen	1	460	1970	1977	8	2011	1970	1973	3		1
2576		Lüscherz	1	454	1970	2008	33	2005	1970	2008	35	2007	4
2577		Siselen	1	440	1970		1	2011					1
2608		Courtelay/Cormoret	1	700	1970	1971	2	2009					1
2610		St-Imier	1	824	1970	1971	2	2009					1
2615		Sonvilier	2	805	1975	1984	10	2007	1974	1983	9		2
2616		Renan	1	920	1970		1		1970		1		1
2713		Bellelay	1	944	1971		1		1971		1		1
2720		Tramelan	1	900	1970		1	2009					1
2740		Moutier	1	570	1972		1	2009	1972		1		1
2743	2741	Eschert	2	608	1971	2011	40	SA 2006	1970	2011	41		4
2745		Grandval	1	600	1970	1971	2		1970				1
2830	2764	Courrendlin	1	434	1971	2003	30	SA 2006	1975	1998	23	2009	3
2851		Epauvilliers	1	482	1972	1978	7		1974	1976	3		1
2854	2854	Bassecourt	1	479	1971	1978	8		1976	1977	2		1
2856	2854	Boécourt	1	710	1970	1978	8						1
2863	2854	Undervelier	1	800	1970	1978	8						1
2874		St Brais	1	950	1972		1						1
2877		Les Rouges-Terres	1	1015	1974		1						1
3004		Bern Felsenau	1	566	1970	1978	1		1970		1		1
3012		Bern Länggasse	3	560	1970	1971	1		1970		1		1
3013		Bern Nord	1	558	1970	1971	1		1970		1		1
3018		Bern Bümpliz	2	570	1971	1985	15	2006	1970	1982	12		2
3032		Hinterkappelen	3	505	1973	2002	30	2006	1970	2002	33	2008	3
3034		Murzelen	1	650	1970		1						1
3042		Ortschwaben	1	576	1988		1						1
3043		Uettligen	1	620	1970	1973	4						1
3044		Säriswil	1	740	1970	1976	5	1970	1970	1973	4		1
3047		Bremgarten	2	522	1988	1994	7	2006	1987	1995	12	2008	1
3048		Worblaufen	1	550	1970		1						1
3052		Zollikofen	2	570	1970	1978	6	2008	1970	2003	35	2008	3
3053		Münchenbuchsee	2	570	1971	1984	14	2006	1970	1983	14	2010	2
3054		Schüpfen	2	500	1971	1977	7		1970	1974	5		1
3063		Ittigen	1	540	1970		1						1
3065		Bolligen	2	650	1970		1		1970		1		1

Nr No.	alte anc.	Ortschaft localité	Anz No.	(m)	Von de	Bis à	Jr na .	Bericht rapport	Von de	Bis à	Jr. an.	Bericht rapport	Kat Cat
3065		Bolligen Dorf	1	730	1970	1971	2		1970		1		1
3066		Stettlen	1	550	1970	1971	2		1970		1		1
3067		Vechigen	2	560	1970	1974	4		1970	1974	5		1
3067		Stettlen-Chammen	1	600	1971		1		1971		1		1
3074		Muri	3	556	1971	1998	26	2006	1970	1995	25	2007	2
3075		Rüfenacht	1	580	1973	1977	4		1973	1976	3		1
3076		Worb	1	591	1970	2011	41	2006	1974	2011	37		3
3086	3099	Englisberg	2	830	1970	1972	2						1
3088		Rüeggisberg	2	937	1970	1974	4		1970	1976	7		1
3089	3099	Vorderfultigen	1	890	1970	1971	2		1970		1		1
3097		Liebefeld	1	670	1970		1						1
3098		Köniz	1	590	1970	1972	3		1970	1972	3		1
3098		Schliern b. Köniz	2	670	1970	1977	8		1970	1977	8		1
3110		Münsingen	2	523	1970	1971	1	2009	1970		1		1
3113		Rubigen	3	575	1970		1	2009	1970		1		1
3114		Wichtrach	1	530	1970		1	2009					1
3629	3117	Kiesen	1	539	1971	1974	5		1970	1974	5		1
3123		Belp	2	519	1970	1974	5		1971	1974	5		1
3124	3199	Belpberg	1	881	1970		1		1970		1		1
3125		Toffen	1	527	1974		1						1
3132		Riggisberg	2	765	1970		1		1970		1		1
3144		Gasel	1	860	1970	1978	9		1970	1978	9		1
3148		Lanzenhäusern	1	770	1971	2001	31	2005	1970	2001	32	2008	3
3158		Guggisberg	1	1020	1970		1		1970		1		1
3176		Neuenegg	1	643	1970	1973	4		1970	1973	4		1
3179	3177	Kriechenwil	2	522					1970	1977	8		1
3204		Rosshäusern	1	610	1970		1						1
3205		Gümmenen .	1	600	1970	1971	2						1
3232		Ins	3	523	1970	1977	3		1970	1986	8		1
3235		Erlach	2	435	1970	1978	3		1970	1978	2		1
3251	3266	Wiler b. Seedorf	1	511	1970	1972	5		1970	1974	3		1
3257		Grossaffoltern	1	511	1970	2011	35	SA 04, SA 04	1973	2011	15	2008	3
3267	3258	Seedorf	1	555	1974	1976	3						1
3277		Radelfingen	1	490	1970	1971	2		1970		1		1
3292		Busswil b. Büren	1	437	1971		1		1970	1971	2		1
3293		Dotzigen	1	460	1970		1						1
3295		Rüti b. Büren	3	465	1973	1982	18	2008	1972	1990	9		2
3302		Moosseedorf	2	530	1970		1						1
3303		Jegenstorf	1	528	1970	1972	2		1970	1972	3		1
3313		Büren zum Hof	1	510	1970		1						1
3322		Schönbühl-Urtenen	2	530	1970	1973	4		1970	1971	2		1
3325		Hettiswil	1	550	1972		1						1
3322		Urtenen	2	530	1970	1973	4						1
3349		Kräiligen	1	465	1970	1982	23	2005	1970	1982	21		2
3360		Herzogenbuchsee	1	464	1970	1977	8		1971	1977	8		1
3362	3361	Niederönz	1	490	1977		1						1
3365		Grasswil	1	495	1970	1972	3	1970	1970		1		1
3400		Burgdorf	5	550	1970	1971	2	1970	1970	1971	2		1
3412		Heimiswil .	1	630	1970		1						1
3414		Oberburg	2	547	1970	1996	26	2006	1970	1982	26		2
3415		Hasle Rüegsau	3	585	1970	1977	8		1970	1977	8		1
3416		Affoltern i. E.	1	800	1970		1		1970		1		1
3421		Lyssach	1	570	1984		1						1
3422		Kirchberg .	2	525	1970	2001	11	2005	1991	2001	9		2

Nr No.	alte anc.	Ortschaft localité	Anz No.	(m)	Von de	Bis à	Jr na .	Bericht rapport	Von de	Bis à	Jr. an.	Bericht rapport	Kat Cat
3423		Ersigen	1	501	1970	1990	20		1970	1990	18		2
3428		Wiler b. Utzenstorf	1	465	1971	1978	6		1970	1977	7		1
3432		Lützelflüh Goidbach	1	640	1970		1						1
3436		Zollbrück	1	640	1970		1						1
3462	3451	Weier i. E.	1	740	1974	1979	5		1974	1979	6		1
3463	3451	Häusermoos	1	710	1974	1978	5						1
3474	3399	Rüedisbach	2	630	1972		1						1
3506		Grosshöchstetten	1	760	1970	1971	2	2009	1970	1971	2		1
3507		Biglen	1	738	1970	1972	3	2009	1970	1972	3		1
3510		Konolfingen	2	695	1970	1971	2	2009	1970	1971	2		1
3512		Walkringen	1	700	1970		1	2009					1
3515		Oberdiessbach	2	610	1970	1992	9		1971	1980	9		1
3550		Langnau i. E.	1	680	1970		1						1
3556		Trub	1	800	1970		1		1970		1		1
3600		Thun	1	561	1970	1976	7						1
3604		Thun Strättligen	1	563	1971	1973	3		1970	1973	4	2011	1
3612		Steffisburg	2	575	1970	1973	3		1970	1972	4		1
3613		Steffisburg Station	1	566	1970	1976	5		1970	1975	3		1
3615		Heimenschwand	1	959	1974	1977	5		1973	1976	3		1
3616		Schwarzenegg	1	920	1971	1978	8						1
3618	3611	Wachsedorn	1	980	1970	1971	2						1
3632	3611	Niederstocken	2	640	1970	1973	1	2010					1
3633		Amsoldingen	1	562	1970	1973	4						1
3634		Thierachern	1	635	1972	1982	12	2007	1972	1981	13		2
3645		Gwatt	1	552	1970	1971	2	2010					1
3646		Einigen	1	560	1971	2011	32	2005	1970	2011	32	2008	4
3653		Oberhofen	1	655	1970	1971	2	2011				2011	1
3655		Sigriswil	3	940	1970		1	2011				2011	1
3658		Merligen	1	580	1970	1973	2		1970	1973	2		1
3700		Spiez	1	620	1970	1974	4		1971	1974	3		3
3703		Aeschi b. Spiez	1	1020	1970	1971	2		1970	1971	2		1
3725	3711	Achseten	2	1200	1970	1989	20	2007	1970	1989	20		2
3713		Reichenbach i. K.	3	715	1971	1996	22	2005	1970	1997	25	2011	2
3714		Frutigen	2	810	1970	1978	9		1970	1981	11		2
3715		Adelboden	1	1356	1970	2011	42	2005	1970	2011	42	2009	4
3723	3711	Kiental	1	939					1971	1979	8		1
3752		Wimmis	1	625	1970	1977	2	2010	1975	1976	2		1
3753		Latterbach	1	660	1971	1996	24	2009	1970	1996	23		2
3762		Erlenbach i. S.	1	681	1974	1984	11	2007	1970	1983	14	2007	1
3770		Zweisimmen	1	990	1971	1991	21	2008	1970	1979	10	2007	2
3771		Blankenburg	1	998	1978		1		1972	1973	2		1
3772	3771	St. Stephan	1	1004	1972	1973	2		1972	1973	2		1
3780		Gstaad	1	1140	1990	1991	2	SA 2005	1989	1990	2		1
3783	3781	Grund b. Gstaad	2	1050	1971	1978	8	2008	1970	1979	10		2
3785	3781	Gsteig b. Gstaad		1175					1972		1		1
3792		Saanen	2	1110	1970	1993	23	SA 2005	1970	1992	22		2
3800		Interlaken	1	868	1970		1		1971		1		1
3803		Beatenberg	1	1180	1981		1	2010	1971	1980	10	2010	2
3806		Bönigen	1	656	1971	1974	4	2010	1970	1973	3	2010	1
3812		Wilderswil	3	580	1970	1995	26	2006	1970	1994	25		2
3818		Grindelwald	1	930	1970	1971	2	2010	1971		1	2010	1
3823		Wengen	1	1280	1970	1987	17	2010	1970	1986	16	2010	2
3824	3801	Stechelberg	1	868					1971	1978	8		1
3826	3801	Gimmelwald	1	1360					1971	1982	11		2

Nr No.	alte anc.	Ortschaft localité	Anz No.	(m)	Von de	Bis à	Jr na .	Bericht rapport	Von de	Bis à	Jr. an.	Bericht rapport	Kat Cat
3852		Ringgenberg	1	620	1972	1978	7		1971	1979	8		1
3855		Brienz	2	600	1971	1977	7		1970	1974	4		1
3856		Brienzwiler	1	680	1971	1993	23	2006	1970	1992	23	2008	2
3860	6082	Brünigen/Brünig	2	848	1970	1971	2	2010	1970	1972	3	2010	1
3860		Meiringen	1	600	1970		1						1
3861		Nessental	1	950	1970	1973	4	2010	1970	1974	4	2010	1
3863	3861	Gadmen	1	864	1973		1						1
3901	3907	Simplon Dorf	1	1476	1972	1977	5	2010	1972	1978	7	2010	1
3911	3901	Ried-Brig	1	900	1970	1973	3	2010	1970	1974	5	2010	1
4202		Duggingen	1	340	1970		1	2010				2010	1
4222		Breitenbach	1	355	1971	1975	4	2010	1970	1976	6	2010	1
4242		Laufen	1	355	1973	1978	5	2010	1973	1976	3	2010	1
4704		Niederbipp	2	500	1970	1972	2		1971	1972	1		1
4858		Wynau	1	445	1970		1		1970	1971	1		1
4900		Langenthal	2	490	1972	1983	11	2006	1971	1982	11		2
4911		Schwarzhäusern	2	431	1971	1985	14	2006	1970	1977	7		2
4912		Aarwangen	1	460	1971	1978	7		1970	1979	9		2
4915		St. Urban	1	450	1972		1		1971	1974	3		1
4922	4300	Thunstetten	1	520	1976		1						1
4924	4911	Obersteckholz	2	555	1986	1998	12	2007	1970	1998	29		2
4931		Leimiswil	1	510	1970		1						1
4932		Lotzwil	2	490	1970		1						1
4933	4932	Rüschelen	1	490	1970		1						1
4936		Kleindietwil	1	590	1970	1972	3						1
4950		Huttwil	2	620	1971	1989	19	2007	1970	1988	19		2
4954		Wyssachen	1	710	1970	2011	33	2005	1970	2011	35	2011	4
6146		Grossdietwil	1	610	1972		1		1972		1		1
6575		Vairano	1	400	1972	1974	2	2011	1970	1975	5		1
6605		Locarno Monti	1	380	1971	1978	7	2011	1970	1980	10		2
6612	6600	Ascona	1	200	1971	1978	7		1973	1977	4		1
6777		Quinto-Lurengo	1	1004	1971	1972	2	2011	1970	1971	2	2011	1

Tabelle 12: Metadaten aller 250 Stationen des Bern-Clim-Netzes in 184 Ortschaften (SA = Seminararbeit).

Tableau 12: Métadonnées de l'ensemble des 250 stations du réseau BernClim dans 184 localités.

Stations- und Regionsberichte

Rapports de stations et de régions

N.r /alte, Ortschaft (4 Stellen) / Region (3 Stellen) No. /anc, localité (4 chiffres) / région (3 chiffres)	Bericht Sommer (So) / Winter (Wi) rapport été / hiver (hi)
2311/2333 La Chaux d'Abel	So GUBLER, Lena 2009
2543 Lengnau	So KNEUBÜHL, Simon 2005; Wi RAMSER, Denise 2010
257 Bielersee: 2562 Port, 2575 Geroltingen	So BIGLER, Viviane; WERDER, Anik 2011
2576 Lüscherz	So MOSER, Lea 2005; Wi SMOLA, Sten; KÄCH, Boris 2007
271 Vallées de la Suze et de la Birse : 2608 Courtelary/Cormoret, 2610 St-Imier, 2720 Tramelan, 2740 Moutier	So WYLER, Roman 2009
2615 Sonvilier	So JAQUEMET, Juri; WIEDEMAR, Martina 2007
2743/2741 Eschert	So SA BÄCHTIGER, Christoph 2006
2830/2764 Courrendlin	So SA BÄCHTIGER, Christoph 2006; Hi HAUSER, Cyprien 2009
3018 Bern Bümpliz	So GROB, Philipp 2006; Wi SCHNYDER, Daniel, 2007
3004 Bern Nord	So HUGENTOBLE, Andreas 2011
3032 Hinterkappelen	So GRAF, Susanna; GASSER, Judith 2006 Wi RAYMANN, Patrick 2008
3047 Bremgarten	So SCHULER, Ruth 2006; Wi HERWIG, Reto; FEHR, Sereina 2008

Nr ./alte, Ortschaft (4 Stellen)/ Region (3 Stellen) No. /anc, localit��(4 chiffres) / région (3 chiffres)	Bericht Sommer (So) / Winter (Wi) rapport été / hiver (hi)
3052 Zollikofen	So Schmid, Jonas; Schmidt, Martin 2008; Wi SCHMID, Jonas; SCHMIDT, Martin 2008
3053 Münchenbuchsee	So VOGT, Pascal; VON DACH, Lukas 2006
3074 Muri	So Gisler, Peter; Tröndle, Ursula, 2007; Wi Baechler, Philipp; Steiger, Jonas 2007
3076 Worb	So R��z, Adrian 2006
311 Mittl. Aaretal: 3110 M��nsinge, 3113 Rubigen, 3114 Wichtrach	So DREYER, Oliver 2009
3148 Lanzenhäusern	So ROTH, Corinne 2005; Wi ADAM, Caroline; BRUNSWILER, Alexandra 2008
3257 Grossaffoltern	So SA DIETZIG, Robert 2004; Wi SA MATTI, Christoph 2004, WAHLEN, Lukas 2008
3295 R��ti b. B��ren	So LEMAN, Tatenda; SCHEIDEGGER, Sarina 2008
3349 Kr��lligen	So ELGART, Veronika 2005
3414 Oberburg	So NUSSBAUM, Anina 2006
3422 Kirchberg	So STEINER, Sabina 2005
350 Emmental West: 3506 Grossh��chsttten, 3507 Biglen , 3510 Konolfingen, 3512 Walkringen	So GROB, Urs 2009
365 Thunersee Nord: 3612 Steffisburg, 3613 Steffisburg Station, 3653 Oberhofen 3655 Sigriswil	So/Wi CHRIST, Rebekka; FREY, Nuria 2011
362 Stockental: 3632/3611 Niedrstocken, 3645 Gwatt, 3752 Wimmis	So/Wi ALDER, Simon 2010
3634 Thierachern	So L��PS, Christina 2007
3646 Einigen	So STRAHM, Ivo 2005; Wi ROHNER, Raphael 2008
3725/3711 Achseten	So WASSMER, Fabian; DAGUATI, Claudio 2007; Wi BLATTER, Alexandra 2011
3713 Reichenbach i. K.	So HOLDENER, Karin 2005; Wi M��SCH, Sophie 2011
3715 Adelboden	So ZINGG, Stefan 2005; Hi AMIGUET, Coralie 2009
3753 Latterbach	So VOGLER, Heidi 2009
3762 Erlenbach i. S.	So/Wi KARLEN, Marco 2007
3770 Zweisimmen	So REGLI, Marion 2008; Wi STADELMANN, Fabian 2007
3780 Gstaad	So SA HUG, Tanja 2005
3783/3781 Grund b. Gstaad	So/Wi BÜRKI, Stefan 2008
3792 Saanen	So SA HUG, Tanja 2005
381 Beatenberg-Grindelwald: 3803 Beatenberg, 3806 Bönigen, 3818 Grindelwald	So/Wi DE MADDALENA, Cinzia 2010
3812 Wilderswil	So GRAF, Silvia 2006
3823 Wengen	So/Wi CAMENZIND, Ephraim; LOCHER, Samuel-Jan 2010
3856 Brienzwiler	So HEMUND, Carol; SCHÄFER, Natalie 2006; Wi M��LLER, Isabelle 2008
386 Brünig-Gadmental: 3860/6082 Br��nigen/Brünig, 3861 Nesselental	So/Wi ERNST, Natalie 2010
390 Oberwallis: 3901/3907 Simplon Dorf, 3911/3901 Ried-Brig	So/Wi ACHERMANN, Sarah 2010
421 Laufental: 4202 Duggingen, 4222 Breitenbach, 4242 Laufen	So WETTER, Oliver 2010
4900 Langenthal	So REIST, Michael; MISCHLER, Andreas 2006
4911 Schwarzhäusern	So SCHNYDRIG, Stefan 2006
4924/4911 Obersteckholz	So NIKLAUS, Matthias; JUNGEN, Michael 2007
4950 Huttwil	So OBERHÄNSLI, Mich��le; RUTZ, Oliver 2007
4954 Wyssachen	So AFFOLTER, Pascale 2005; Wi BRACHER, Christoph 2011
661 Sopra Ceneri: 6575 Vairano, 6605 Locarno Monti, 6612/6600 Ascona, 6777 Quinto-Lurengo	So/Wi GEBBERS, David 2011

Tabelle 13: Berichte zu einzelnen Stationen (mittlere und lange Reihen) und Regionen (mehrere kurze Reihen). So/été = Sommerdaten, Wi/Hi = Winterdaten.

Tableau 13: Rapports de stations individuelles (séries moyennes et longues) et régions (plusieurs séries courtes). So/été = données de l'été, Wi/Hi = données de l'hiver.

Netzkoordination

Coordination du réseau

1969-1971	François Jeanneret
1971-1977	Heinz Wanner
1977-1984	Richard Volz, Urs Witmer
1985-1987	Eva Schüpbach
1987-2011	François Jeanneret
2011-	Stefan Brönnimann, This Rutishauser

Tabelle 14 : Koordination des BernClim-Netzes

Tableau 14: Coordination du réseau BernClim

Der kommerzielle Wert des Kantonalen Klimaprogrammes

La valeur commerciale du programme climatique cantonal BernClim

Aufwand	CHF	Coûts
Projekt Kantonales Klimaforschungsprogramm 1970-1977 (Initial- und Intensivphase) Auftraggeber: Kantonales Raumplanungsamt Bern (Aufbau Beobachtungsnetz, Auswertungen, Bearbeitung, Publikationen und Kartierungen): Sachbearbeiter ca. 10 Personenjahre (div. Assistenten, Diplomanden, Doktoranden) Spesen Projektleitung Publikationen und Karten	50'000 312'000 10'000 75'000 30'000	Projet Programme de recherche climatique cantonal 1970-1977 (Phases initiale et intensive) Mandat de l'Office cantonal bernois (constitution du réseau d'observation, exploration, publications et relevés cartographiques) : Collaborateur env. 10 années/personnes (div. assistants, diplomands, doctorands) frais direction de projet publication et cartes
Weiterführung der Beobachtungen (Konsolidierungsphase): Betreuung der Beobachtenden, Sammlung und Erfassung der Daten (1978-1999), im Rahmen der laufenden Mittel des Geographischen Institutes (Assistenzen und Lektorat), 40 h pro Jahr à CHF 40	35'200	Continuation des observations (phase de consolidation): suivi des observateurs, collection et saisie des données (1978-1999), dans le cadre des moyens courants de l'Institut de géographie (assistants et lectorat), 40 h par année à CHF 40
Aufbereitung und Auswertungen (Referenzphase mit Praktikums- und Abschlussarbeiten): Anteil Dozierenden- und Assistierendengehälter, Spesen	150'000	Exploration et exploitation (Phase de référence avec des travaux pratiques et de fin d'étude) : part de salaires d'enseignants et d'assistants, frais
Total Aufwand 1970-2011	0,6 Mio.	Coûts totaux 197-2011
Gewinn	CHF	Bénéfice
Kommerzieller Wert der Beobachtungen 1970-1999: im Winter 180 Tage à 10 min = 30 h, im Sommer 5 Tage à 4 h = 20 h total pro Station/Standort 50 h jährlich zu CHF 50 = CHF 1250 durchschnittlich 100 Stationen/Standorte während 30 Jahren	8,0 Mio.	Valeur commerciale des observations 1970-1999: en hiver 180 jours à 10 min = 30 h, en été 5 jours à 4 h = 20 h total pro station/emplacement 50 h par année à CHF 50 = CHF 1250 en moyenne 100 stations/emplacements durant 30 jours
Kommerzieller Wert der Aufbereitung 2002-2011 Praktikumsarbeiten 100 à 30 h zu CHF 35, Semesterarbeiten à CHF 200, Abschlussarbeiten à CHF 700	100'000 12'000	Valeur commerciale de l'exploration 2002-2011 travaux pratiques 100 à 30 h à CHF 35, travaux de semestre à CHF 200, travaux de fin d'étude à CHF 700
Total Gewinn 1970-2011	8,1 Mio.	Bénéfice total 1970-2011

Tabelle 15: Der Preis (Aufwand) und der Wert (Gewinn) eines Monitorings: monetäre Rechnung in grober und vorsichtiger Schätzung, ohne Geldwertberichtigung, für die verschiedenen Programmphasen (Tabelle 9).

Tableau 15: Le prix (frais) et la valeur (gain) d'une surveillance: calcul monétaire d'une estimation approximative et prudente, sans correction de la valeur de l'argent, pour les différentes phases du programme (Tableau 9).

**Erhebung der Stations- und Metadaten
Sommer- und Winterbeobachtungen**

Bearbeiter/Bearbeiterin

Personalien

Station *Aktuelle/aktueller und/oder ehemalige Beobachterin/Beobachter*

Periode, Sta-Nummer, BeobachterIn, Personalien

Metainformationen über die Station

1. Seit wann beobachtet (Übereinstimmung mit Daten)?
2. Gab es einmal einen Beobachterwechsel? Wann?
3. Gab es einmal einen Beobachterwechsel? Wer?
4. Gab es einmal einen Standortwechselwechsel? Wann?
5. Gab es einmal einen Standortwechselwechsel? Wohin?
6. Motivation für die Beobachtungstätigkeit
7. Genaue Beobachtungsstandorte der Sommerbeobachtungen
8. Genaue Beobachtungsstandorte der Winterbeobachtungen
9. Kontinuität der Beobachtungsstandorte
10. Kontinuität der Beobachtungstätigkeit
11. Kombination mit andern Beobachtungen (für andere Netze, andere Elemente)
12. Eigene Auswertungen der Auswertenden (Graphiken, Karten, Berichte)?
13. Topoklimatische Erfahrung der Beobachtenden: besonders frühe Standorte
14. Topoklimatische Erfahrung der Beobachtenden: besonders späte Standorte
15. Topoklimatische Erfahrung der Beobachtenden: besondere Gunstlagen
16. Repräsentativität der gewählten Standorte: Perimeter mit ähnlichen topoklimatischen Bedingungen (ev. phasenspezifisch), möglichst in Karte eintragen.
17. Beobachtete Veränderungen der topoklimatischen Gegebenheiten im Verlauf der Beobachtungsperiode?
18. Weitere Bemerkungen und Erfahrungen?

Beurteilung durch die BearbeiterIn

19. Wie repräsentativ sind die gewählten Beobachtungsorte?
20. Wie verlässlich sind die Angaben auf den Formularen?
21. Für welchen Perimeter können die vorliegenden Beobachtungen als gültig erachtet werden?
22. Weitere Bemerkungen und Kommentare?

Zeitkontrolle*Schätzung Anzahl Stunden*

Erfassung Rohdaten, Besuch BeobachterIn, Geländebegehung, Reise ins Beobachtungsgebiet, Datenkontrolle, Auswertungen, Dokumentation, Diverses

Total

Verarbeitungsprotokoll *Datum**Verarbeitungsschritte*

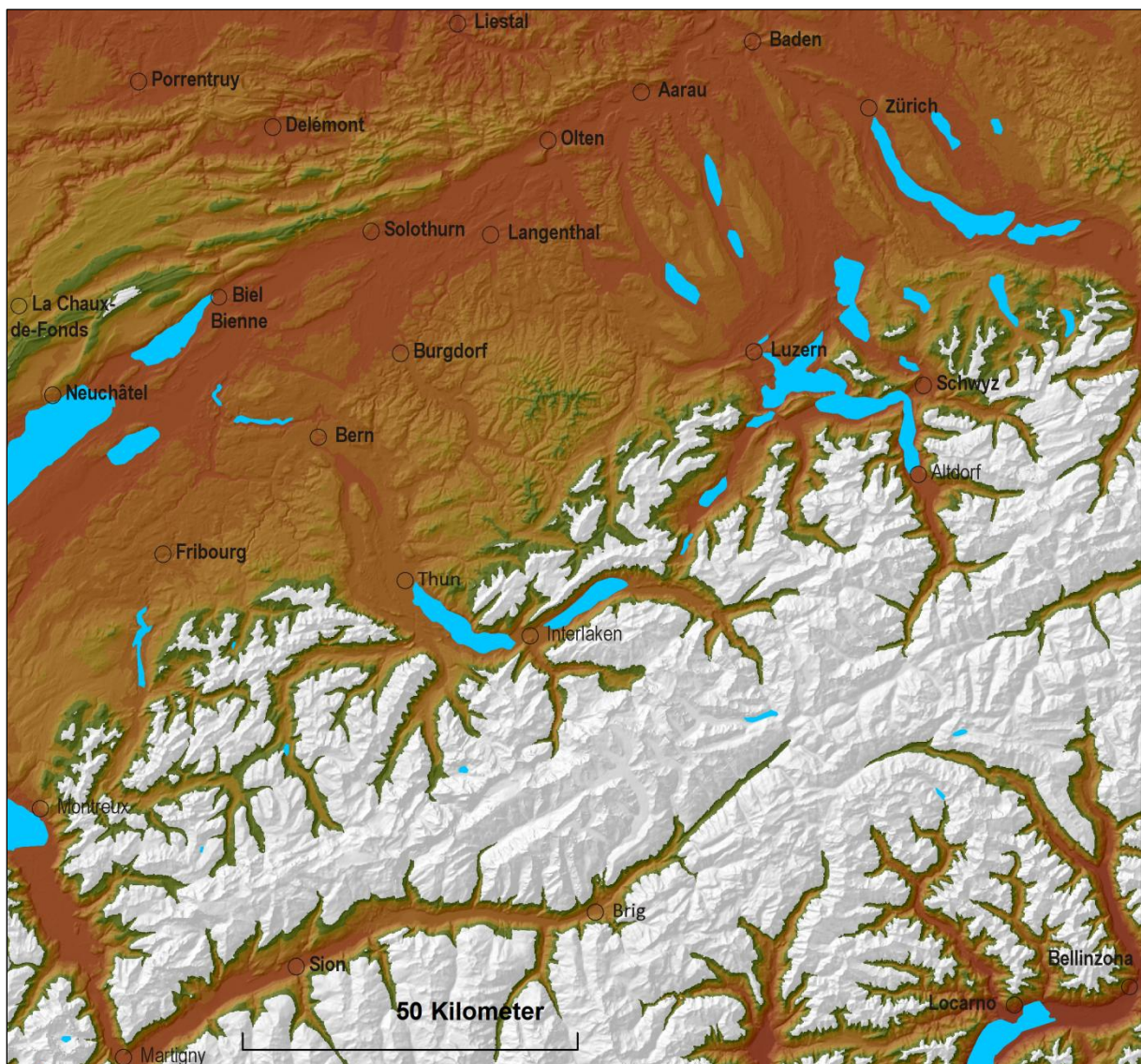
BernClim	<i>PHENOTOP</i>	Geographisches Institut Universität Bern GIUB		
Beobachtungs-Standorte		Station:		
Bearbeiter/Bearbeiterin		Personalien		
Bodennutzungs-Kategorien				
11 Gemüsebau	21 Mähwiese	31 Feuchtgebiet	41 Nutzgarten	
12 Ackerbau	22 gedüngte Weide	32 Wald	42 Rasen/Ziergarten	
13 intensiver Obstbau	23 extensive Weide	33 Walrand/-Lichtung	43 Park	
14 Obstgarten mit Weide	24 Brachland	34 Gewässerufer	44 Baumschule	
15 Hecke	25 Siedlungsgebiet	35 Alpiner Rasen	45 Allee	
<i>Flurname, Ort</i>	<i>Koordinaten</i>	<i>Koordinaten</i>	<i>Landnutzung aktuell</i>	<i>Veränderung der Landnutzung (mit Jahr)</i>
Haselnuss Vollblüte				
Löwenzahn Vollblüte				
Apfelbaum Vollblüte				
Weizenernte				
Buche Laubverfärbung				
Lärche Nadelabfall				
Schnee				
Nebel				

Dokument 12: Inhalt des Fragebogens für die Erhebung der Beobachtungsflächen für die Metadaten BernClim.

Document 12: Contenu du questionnaire pour la saisie des surfaces observées pour les métadonnées BernClim.

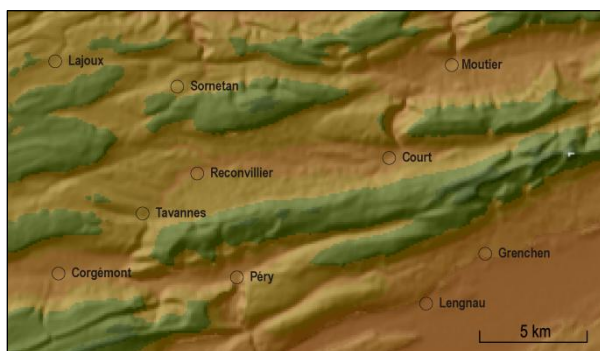
Allgemeine Blüte der Hasel

Floraison générale du noisetier



Ganzer Perimeter 1971-2011

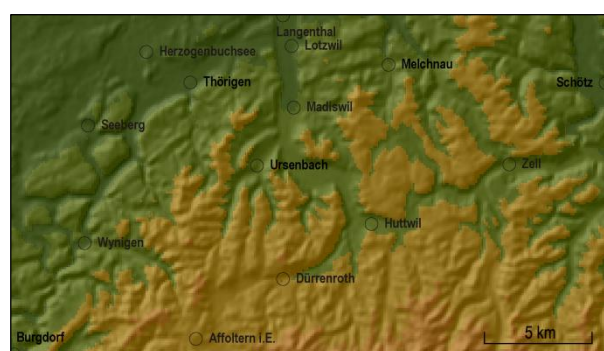
Périmètre entier 1971-2011



Jura-Jurafuss

1981-1990

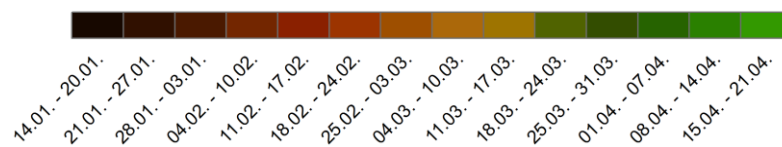
Jura – pied du Jura



Oberaargau

1981-1990

Haute Argovie

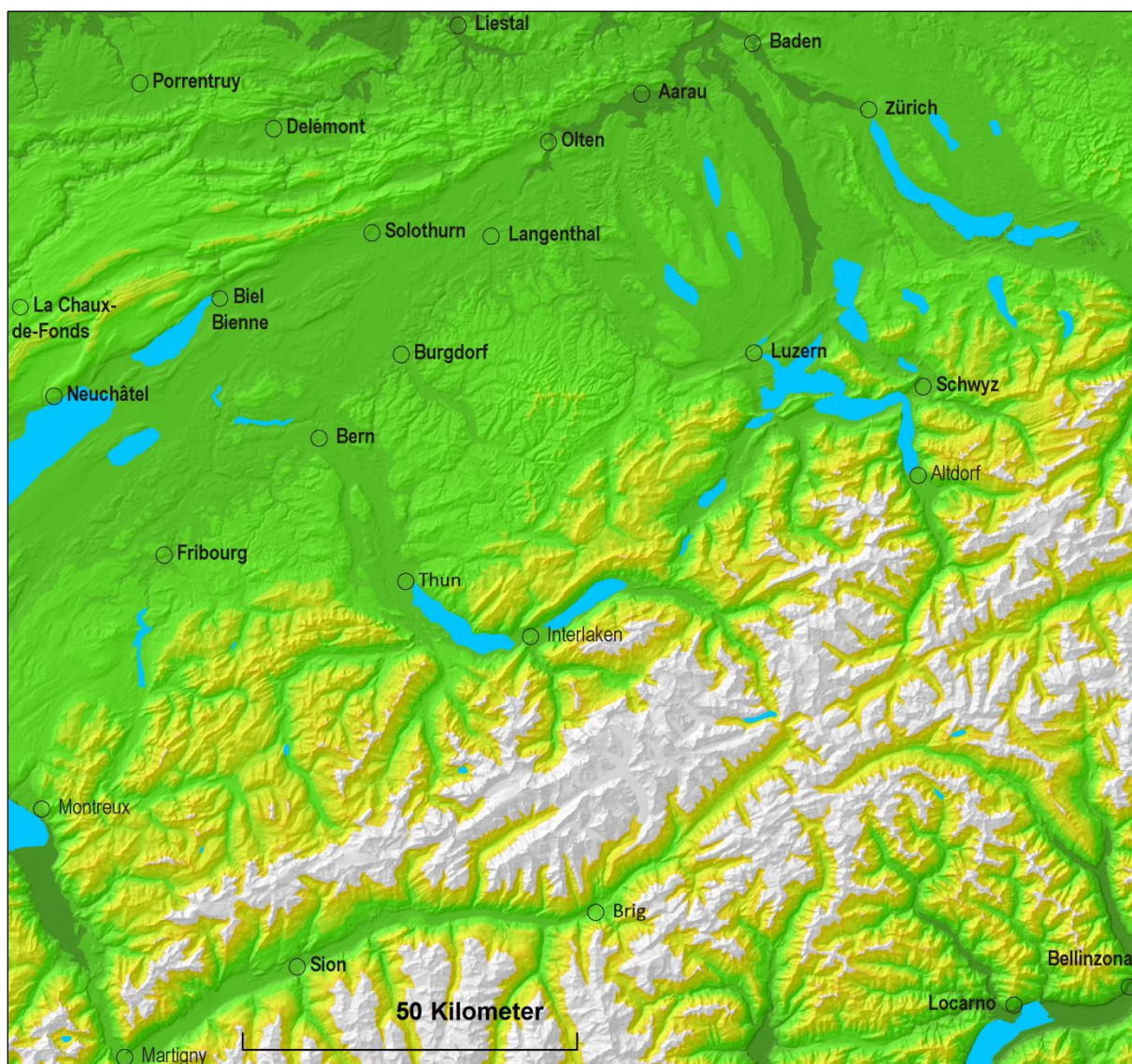


Stationskarte Kapitel 5, Kommentar Kapitel 7

Carte des stations chapitre 5, commentaire chapitre 7

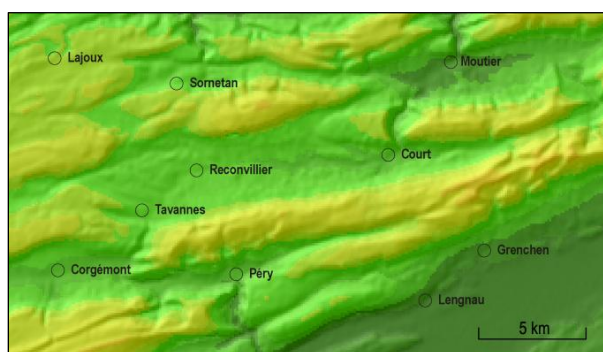
Allgemeine Blüte des Löwenzahns

Floraison générale de la Dent de lion



Ganzer Perimeter 1970-2011

Périmètre entier 1970-2011



Jura – Jurafuss

1990-1999

Jura – pied du Jura



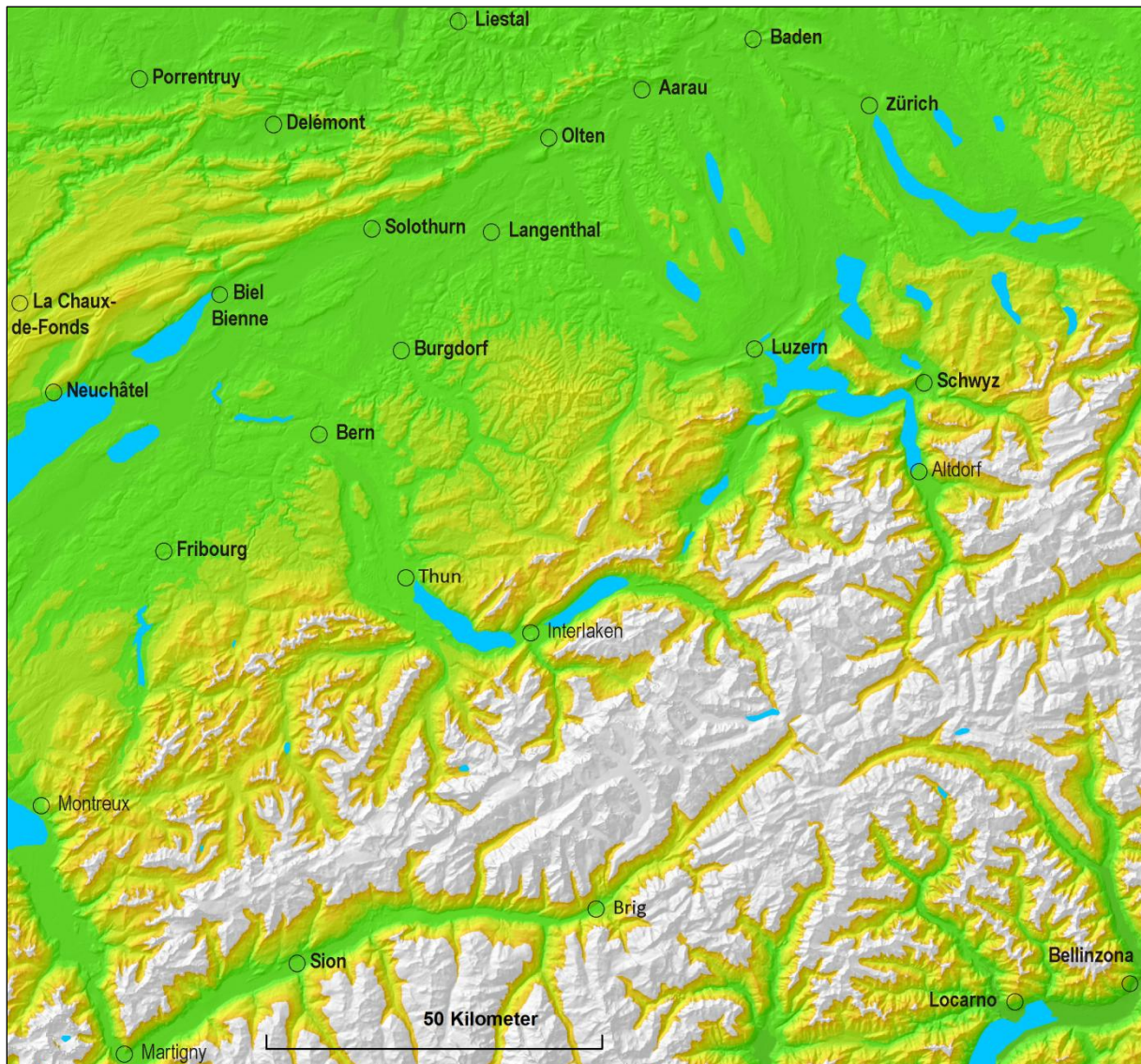
Thunersee

1970-1979

Lac de Thoue

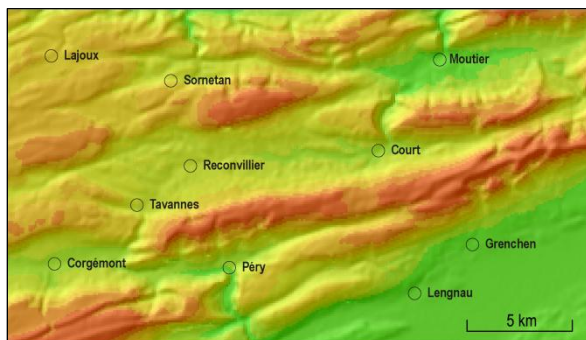
Allgemeine Blüte des Apfelbaums

Floraison générale du pommier



Ganzer Perimeter 1970-2011

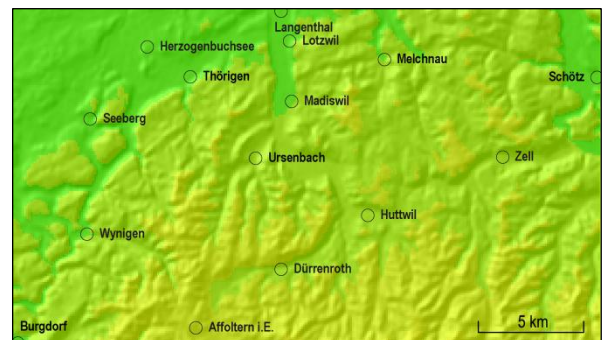
Périmètre entier 1970-2011



Jura - Jurafuss

1972

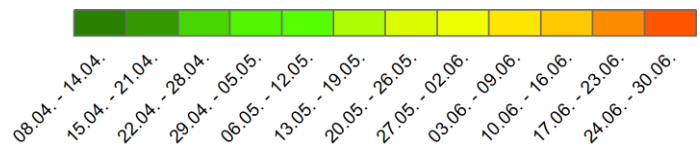
Jura – pied du Jura



Oberaargau

1970-1979

Haute Argovie

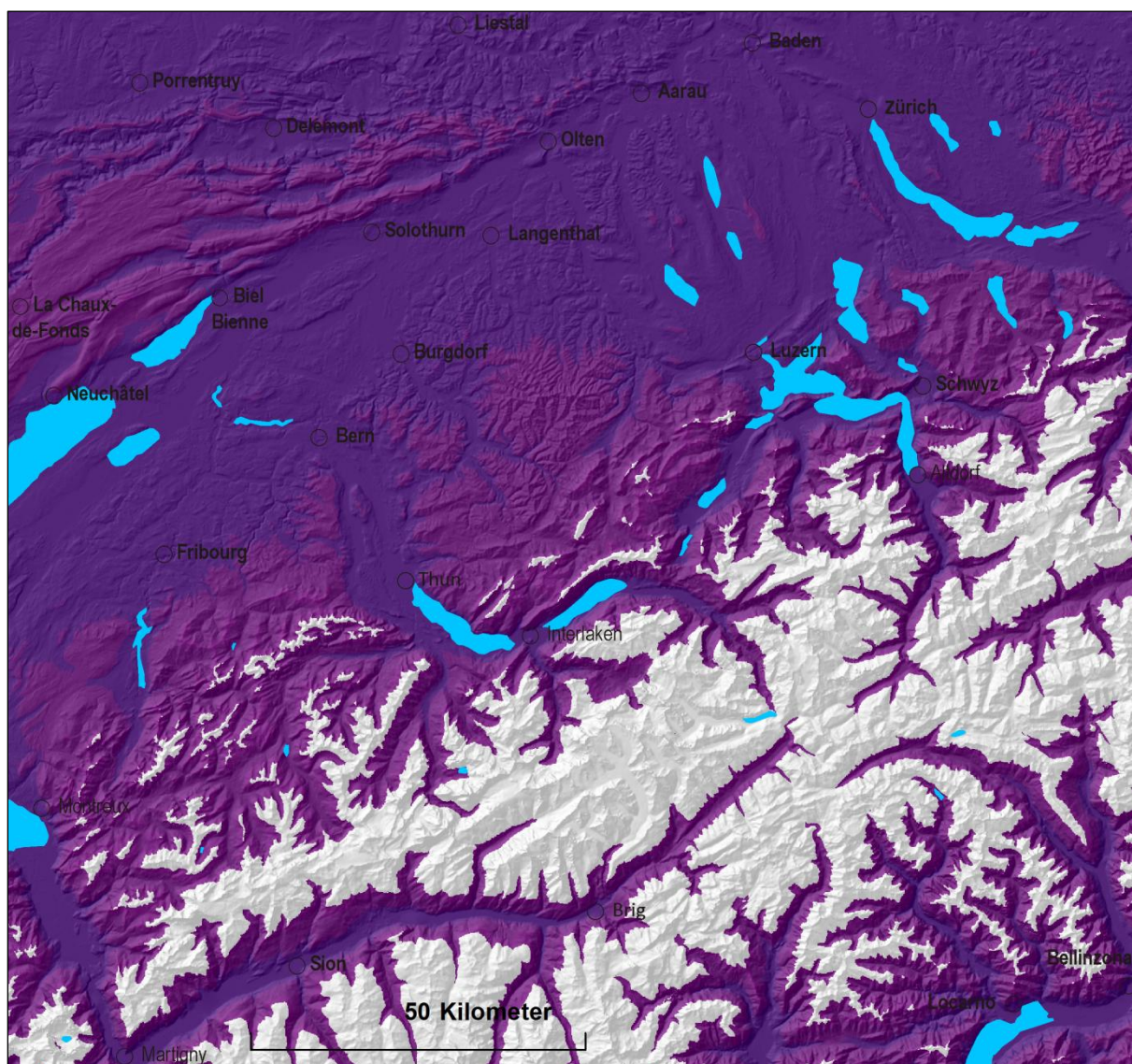


Stationskarte Kapitel 5, Kommentar Kapitel 7

Carte des stations chapitre 5, commentaire chapitre 7

Allgemeine Blattverfärbung der Buche

Coloration génér. des feuilles du hêtre



Ganzer Perimeter 1971-2011

Périmètre entier 1971-2011



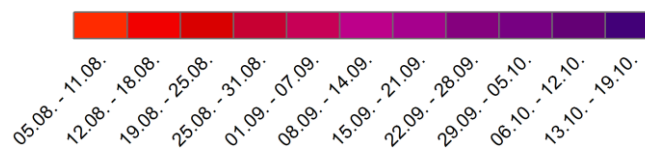
Jura – Jurafuss 1980-1989

Jura – pied du Jura



Thunersee 1970-2010

Lac de Thoune

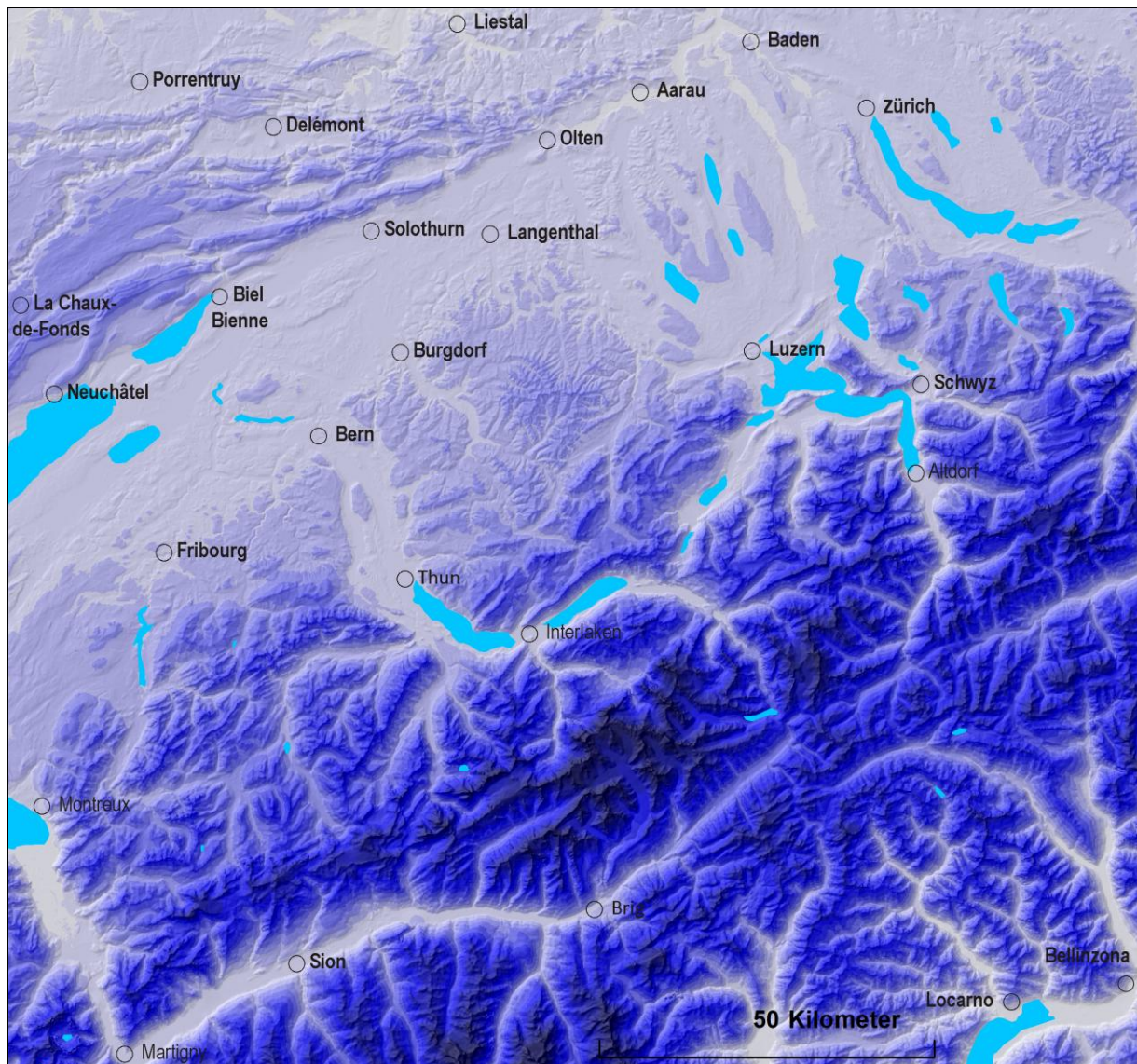


Stationskarte Kapitel 5, Kommentar Kapitel 7

Carte des stations chapitre 5, commentaire chapitre 7

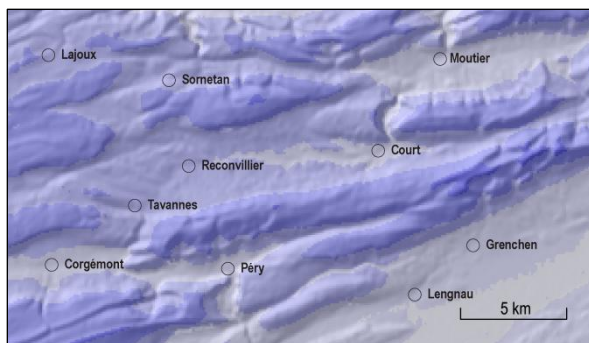
Andauer der Schneedecke

Durée de la couverture neigeuse



Ganzer Perimeter 1970-2010

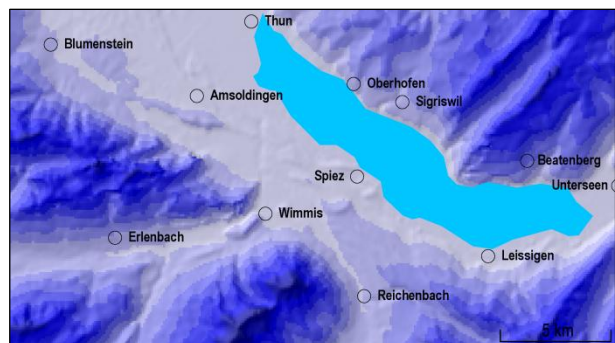
Périmètre entier 1970-2010



Jura - Jurafuss

1970-2010

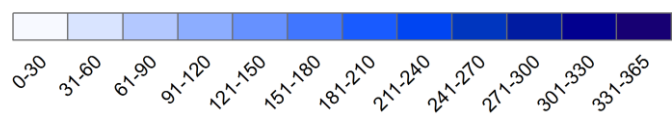
Jura - pied du Jura



Thunersee

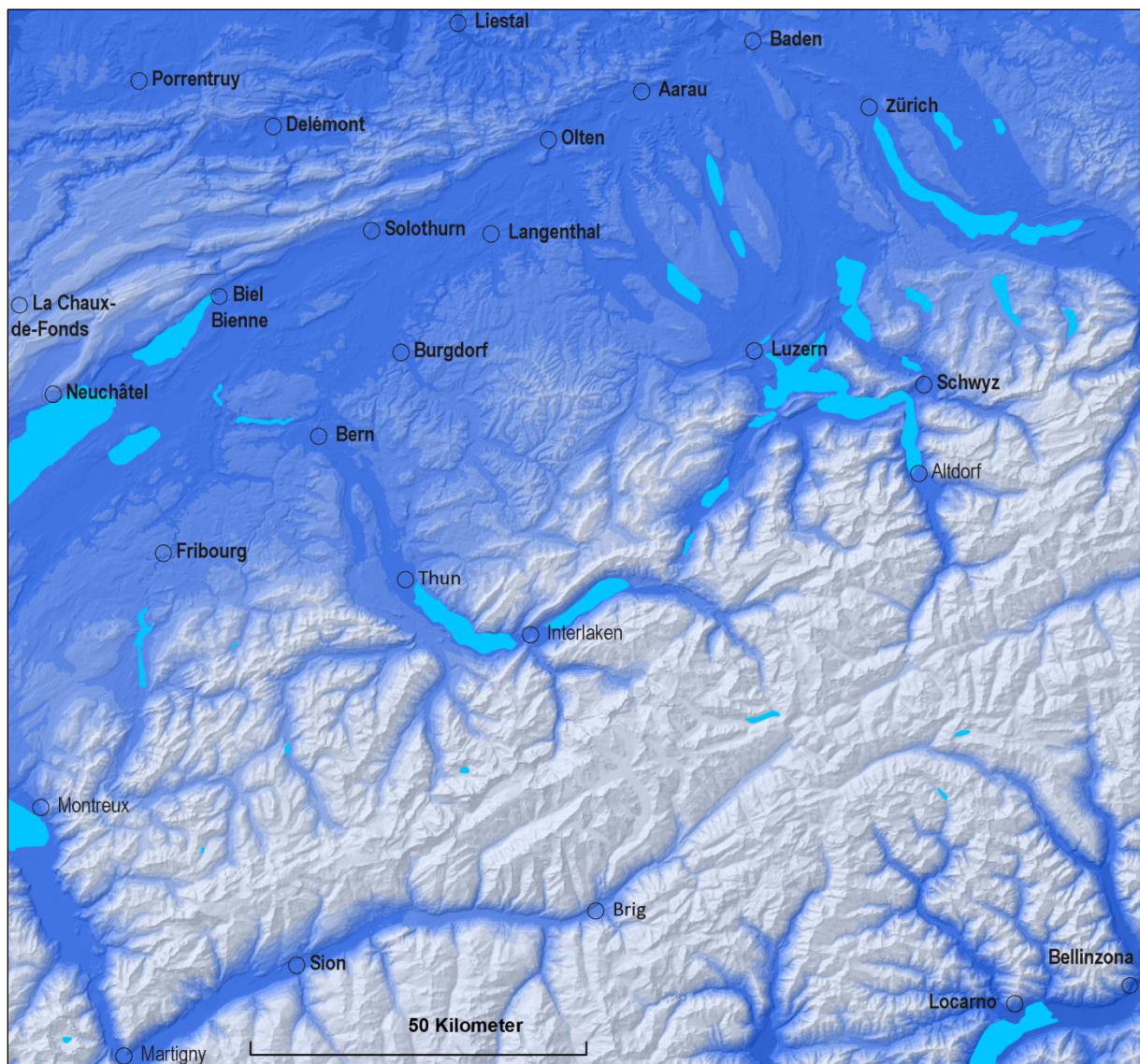
1970-2010

Lac de Thoune



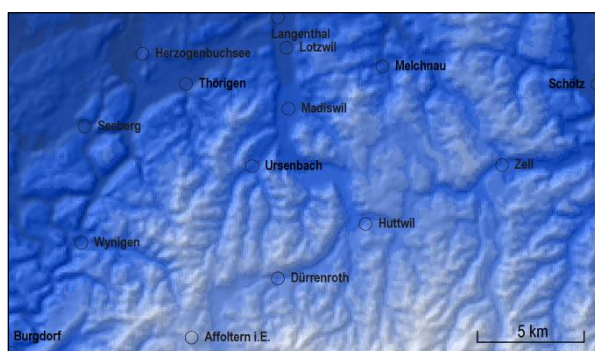
Häufigkeit des Nebels

Fréquence du brouillard



Ganzer Perimeter 1971-2011

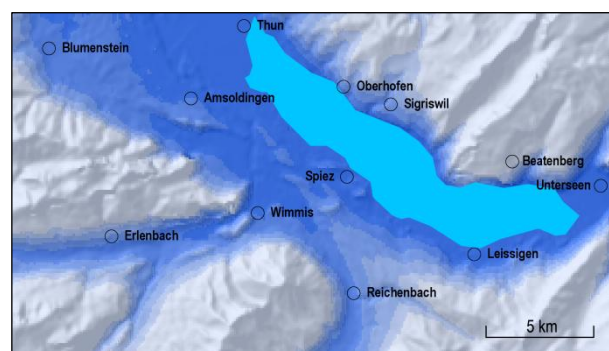
Périmètre entier 1971-2011



Oberrargau

1970-1979

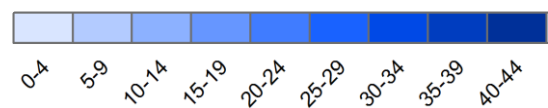
Haute Argovie



Thunersee

1990-1999

Lac de Thoun

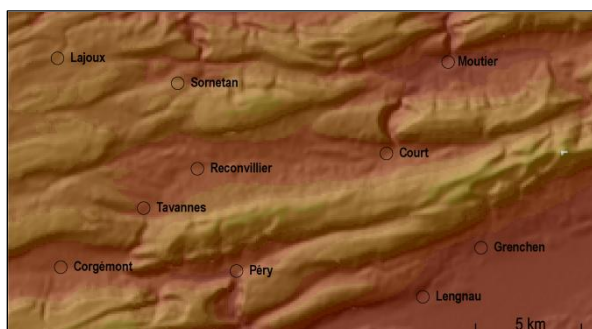


Aktuelle regionale Eigenheiten Jura – Jurafluss

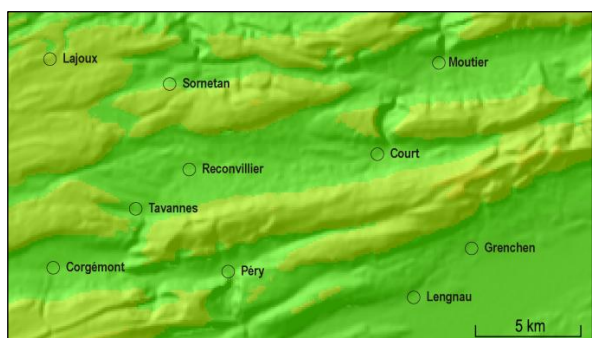
2000-2011 Jura – pied du Jura

Spécificités actuelles régionales Thunersee

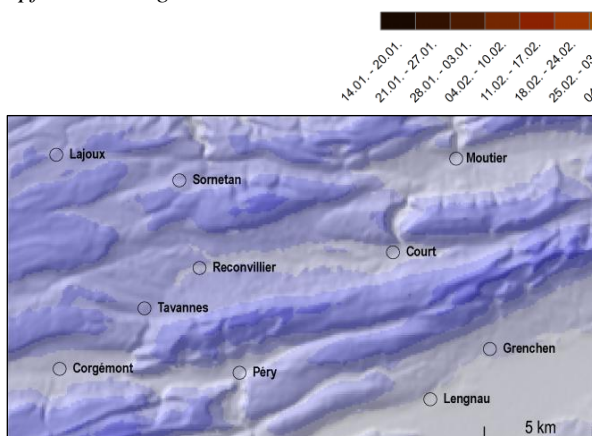
Lac de Thoune



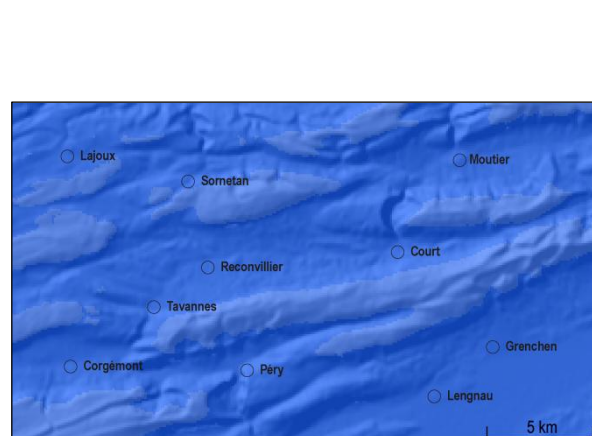
Hasel Allgemeine Blüte



Apfelbaum Allgemeine Blüte



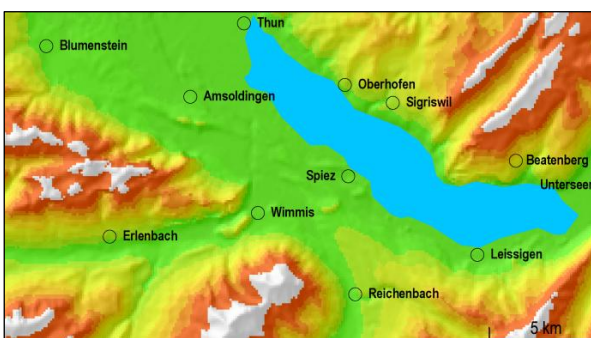
Schneeandauer



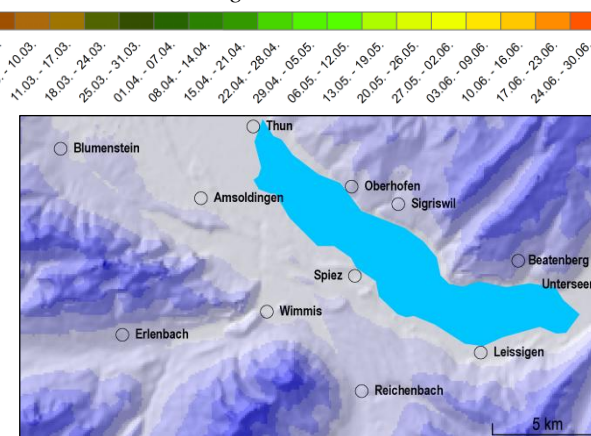
Häufigkeit des Nebels



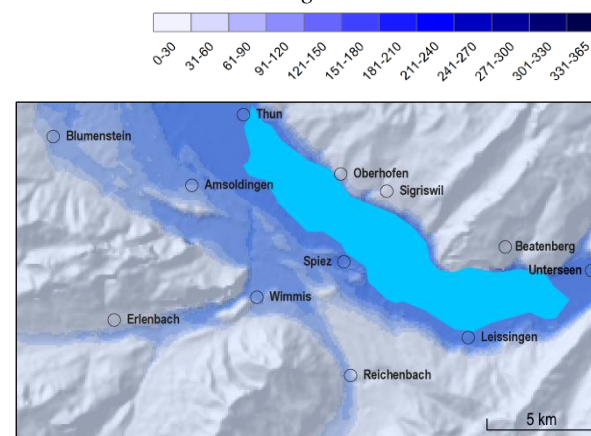
Noisetier Floraison générale



Pommier Floraison générale



Durée de la couverture neigeuse



Fréquence du brouillard

